# ACADÉMIE DES SCIENCES.

## SÉANCE DU LUNDI 2 MAI 1938.

PRÉSIDENCE DE M. AUGUSTE BÉHAL.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **P. Zeeman**, Associé étranger de l'Académie, qui assiste à la séance.

M. **Ch. Pérez** fait hommage à l'Académie du fascicule 15 des *Travaux de la Station biologique de Roscoff : Sur trois espèces du genre Montacuta* (Kelliydæ), par Jean-Marie Pérès.

## CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Éducation Nationale** invite l'Académie à élire un de ses Membres qui occupera, dans la quatrième Section du *Comité de la France d'Outre-Mer*, la place vacante par le décès de M. *F. Mesnil*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du problème de la sélection naturelle dans le cas de mutation d'un chromosome sexuel.* Note de M. **V. A. Kostitzin**, présentée par M. Paul Montel.

On sait que, dans des cas très nombreux, par rapport aux chromosomes sexuels, la structure cellulaire des deux sexes n'est pas identique et que deux types de détermination du sexe sont possibles : dans le premier type,

c'est le mâle qui est hétérogène, alors que la femelle est homogène,

(1) $$\text{Mâle} = (XY), \qquad \text{Femelle} = (XX).$$

Dans le second type on a, au contraire,

(2) $$\text{Mâle} = (XX), \qquad \text{Femelle} = (XY).$$

Nous nous contenterons ici de l'examen du type (1), car le type (2) n'en diffère pas essentiellement en tant qu'il s'agit de la structure et de la stabilité des populations. Supposons donc que le chromosome X varie et prenne la forme $x$. On aura, dans ce cas, cinq structures cellulaires possibles :

(3) $$\begin{cases} \eta_1 = (XX) \text{ — fem. du type non varié;} \\ \eta_2 = (XY) \text{ — mâle du type non varié;} \\ \eta_3 = (xx) \text{ — fem. entièrement variée;} \\ \eta_4 = (xY) \text{ — mâle du type varié;} \\ \eta_5 = (xX) \text{ — fem. hétérogène.} \end{cases}$$

Il s'ensuit que, dans ce cas, un caractère sexuel peut se présenter sous cinq formes différentes $\eta_1$, $\eta_2$, $\eta_3$, $\eta_4$, $\eta_5$, et que l'on peut décrire les résultats des croisements par les formules symboliques

(4) $$\begin{cases} \eta_1\eta_2 = \frac{1}{2}(\eta_1) + \frac{1}{2}(\eta_2), \qquad \eta_1\eta_4 = \frac{1}{2}(\eta_2) + \frac{1}{2}(\eta_5), \\ \eta_3\eta_2 = \frac{1}{2}(\eta_4) + \frac{1}{2}(\eta_5), \qquad \eta_3\eta_4 = \frac{1}{2}(\eta_3) + \frac{1}{2}(\eta_4); \\ \eta_5\eta_2 = \frac{1}{4}(\eta_1) + \frac{1}{4}(\eta_2) + \frac{1}{4}(\eta_3) + \frac{1}{4}(\eta_5), \\ \eta_5\eta_4 = \frac{1}{4}(\eta_2) + \frac{1}{4}(\eta_3) + \frac{1}{4}(\eta_4) + \frac{1}{4}(\eta_5), \end{cases}$$

analogues aux formules (4) de ma Note sur les coefficients mendeliens de l'hérédité [1]. Si, en dehors d'un caractère sexuel, sont en outre variés $m$ caractères non sexuels, on peut représenter la structure cellulaire d'un groupe quelconque par la formule symbolique

(5) $$H = (\eta_j, \varepsilon^1_{i_1}, \varepsilon^2_{i_2}, \ldots, \varepsilon^m_{i_m}) \qquad (j = 1, 2, 3, 4, 5;\ i_1, i_2, \ldots, i_m = 1, 2, 3)$$

analogue à la formule (3) de la même Note. Les résultats des croisements se calculent facilement au moyen de multiplications symboliques, en utilisant

(1) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 883-885.

les formules (4) et les formules (4) de ma Note citée. Le nombre $n$ de groupes du type (5) est égal à $5.3^m$, et chaque groupe sexuel doit figurer séparément. Chaque race pure est ainsi dédoublée en deux groupes sexuels. Comme dans le cas des variations non sexuelles, il existe ici des sous-systèmes à structure nécessairement plus compliquée. Prenons à titre d'exemple le système d'ordre 2; on aura les quinze groupes suivants :

$$(6)\quad \begin{cases} p_1=(\eta_1, \varepsilon_1), & p_6=(\eta_1, \varepsilon_2), & p_{11}=(\eta_1, \varepsilon_3), \\ p_2=(\eta_2, \varepsilon_1), & p_7=(\eta_2, \varepsilon_2), & p_{12}=(\eta_2, \varepsilon_3), \\ p_3=(\eta_3, \varepsilon_1), & p_8=(\eta_3, \varepsilon_2), & p_{13}=(\eta_3, \varepsilon_3), \\ p_4=(\eta_4, \varepsilon_1), & p_9=(\eta_4, \varepsilon_2), & p_{14}=(\eta_4, \varepsilon_3), \\ p_5=(\eta_5, \varepsilon_1), & p_{10}=(\eta_5, \varepsilon_2), & p_{15}=(\eta_5, \varepsilon_3). \end{cases}$$

dont quatre groupes fem. pures $p_1, p_3, p_6, p_8$, quatre groupes mâles purs $p_2, p_4, p_7, p_9$, quatre groupes fem. simplement hétérogènes $p_5, p_{10}, p_{11}, p_{13}$, deux groupes mâles simplement hétérogènes $p_{12}, p_{14}$ et un groupe fem. doublement hétérogène $p_{15}$. Quant aux points singuliers, il existe : 1° point d'extinction de tous les groupes; 2° points $(p_1, p_2)$, $(p_3, p_4)$, $(p_6, p_7)$, $(p_8, p_9)$ de survivance de ce qu'on peut appeler *races pures* avec extinction de tous les autres groupes; 3° points de survivance de sous-systèmes $(p_1, p_2, p_3, p_4, p_5)$, $(p_6, p_7, p_8, p_9, p_{10})$ homogènes par rapport au caractère non sexuel; 4° points de survivance de sous-systèmes $(p_1, p_2, p_6, p_7, p_{11}, p_{12})$, $(p_3, p_4, p_8, p_9, p_{13}, p_{14})$ homogènes par rapport au caractère sexuel; 5° point d'équilibre de l'ensemble des 15 groupes.

Les équations différentielles du problème de sélection naturelle ([2]) restent valables, mais la double somme y est étendue à tous les croisements possibles entre groupes du système. Les probabilités de croisements $\omega_{hk}$ ne dépendent que de $p_k$ mâles. La stabilité intérieure des couples raciaux purs est assurée si les natalités respectives sont suffisamment fortes. La stabilité extérieure de ces couples existe si les mortalités des groupes hybrides sont suffisamment fortes. En ce qui concerne les autres points singuliers, on ne peut que répéter ce qui a été dit dans ma Note précédente ([3]).

---

([2]) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 570-572.
([3]) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 976.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'indétermination des fonctions analytiques en leurs points singuliers.* Note de M. **Frédéric Roger**, présentée par M. Paul Montel.

Étant donné une fonction analytique multiforme d'une variable complexe, portons notre attention sur les points singuliers *angulairement accessibles* de l'une de ses branches, c'est-à-dire sommets d'un secteur circulaire, si petit soit-il, dont les points intérieurs sont tous réguliers pour la branche considérée. En particulier, dans le prolongement analytique de Weierstrass, il en est ainsi des points singuliers situés sur la circonférence du cercle de convergence de chaque élément de la fonction.

Pour la branche et dans l'un de ses angles d'accessibilité (angle intérieur à celui d'un secteur de points réguliers), un tel point singulier sera *point d'indétermination complète*, *point d'indétermination incomplète* ou *point de continuité*, suivant que les valeurs limites de la branche, quand la variable tend vers le point en restant à l'intérieur de l'angle, recouvrent la totalité du plan complexe, une partie seulement ou se réduisent à un point.

Théorème. — *Les points singuliers d'une fonction analytique, angulairement accessibles pour au moins une branche, mais points d'indétermination incomplète pour cette branche dans au moins un angle d'accessibilité, forment, dans le plan complexe, un ensemble de longueur nulle.*

C'est l'extension du théorème, donné par Fatou dans sa Thèse [1], d'après lequel une fonction holomorphe et bornée à l'intérieur d'un cercle atteint, en chaque point de la circonférence, sauf peut-être en certains dont l'ensemble est de longueur nulle, une même valeur limite unique suivant tous les chemins non tangents à la circonférence. Le passage de cet énoncé, ou plutôt de celui où la circonférence de cercle est remplacée par une courbe simple et rectifiable de Jordan, à l'énoncé qui vient d'être donné, s'obtient fort simplement au moyen des méthodes et des résultats exposés dans ma Thèse [2].

On peut même préciser, en s'appuyant sur eux, l'étude des points singuliers angulairement accessibles :

---

[1] *Séries trigonométriques et séries de Taylor* (*Acta Mathematica*, 30, 1906, p. 335-400).

[2] *Les propriétés tangentielles des ensembles euclidiens de points* (*Acta Mathematica*, 69, 1937, p. 99-133).

THÉORÈME I. — *Les points singuliers d'une fonction analytique, angulairement accessibles pour au moins une branche pour laquelle ils sont singuliers, se répartissent, dans le plan complexe, sur au plus une infinité dénombrable de courbes de Jordan simples et rectifiables* [3].

THÉORÈME II. — *En chacun de ces points, sauf peut-être en certains dont l'ensemble est de longueur nulle, il existe une droite remarquable* [4] *: dans chacun des deux demi-plans (ouverts) qu'elle détermine et pour chaque branche de la fonction, ou bien tout angle est angle d'accessibilité, ou bien aucun ne l'est.*

THÉORÈME III. — *Dans le premier cas (et il en est ainsi pour au moins une branche dans au moins un demi-plan), ou bien tout angle du demi-plan, si faible soit-il, conduit à une indétermination complète de la branche, ou bien tout chemin du demi-plan, non tangent à la droite frontière, conduit à une même limite unique pour la branche.*

En particulier, pour une fonction analytique uniforme, à un ensemble de longueur nulle près, les points singuliers angulairement accessibles présentent l'une des cinq dispositions suivantes :

accessibilité dans un demi-plan et non dans l'autre : point d'indétermination complète unilatérale ou point de continuité unilatérale ;

accessibilité dans l'un et l'autre demi-plan : point d'indétermination complète bilatérale, point d'intermination complète unilatérale et de continuité de l'autre côté de la droite, point de continuité de chaque côté de la droite (sans que les deux limites soient nécessairement égales).

Enfin, comme extension d'un résultat donné par Fatou lui-même [5], précisant celui de sa Thèse, on obtient pour les singularités essentielles angulairement accessibles un énoncé qui n'est pas sans analogie avec le célèbre *théorème de M. Picard* sur les valeurs exceptionnelles d'une fonction analytique au voisinage d'un point singulier essentiel isolé :

THÉORÈME IV. — *Au voisinage d'un point singulier d'une fonction analytique, angulairement accessible pour au moins une branche, mais qui n'est pas pour elle, dans au moins un angle d'accessibilité, point de continuité (autrement dit, au voisinage d'un point singulier essentiel dans un angle),*

---

(3) Pour chacune d'elles, on peut choisir un pôle intérieur et un coefficient $k$ de sorte que, dans l'équation polaire $r = f(\theta)$, la fonction $f$ vérifie la condition de Lipschitz $|f(\theta'') - f(\theta')| < k|\theta'' - \theta'|$ quels que soient $\theta'$ et $\theta''$.

(4) Précisément la tangente à la courbe rectifiable du théorème I, qu'un théorème fondamental de M. Lebesgue affirme exister presque partout.

(5) *Bulletin de la Société Mathématique de France*, 41, 1913, p. 113-139.

*exception faite éventuellement de certains d'entre eux dont l'ensemble est de longueur nulle, la branche prend dans l'angle, si faible soit-il, toutes les valeurs du plan complexe, sauf au plus celles d'un ensemble qui ne contient aucun continu* (*superficiel ni même linéaire*).

MÉCANIQUE. — *Étude dynamique d'un problème de cinématique.* Note de M. **Henri Pailloux**, présentée par M. Jean Chazy.

*Mouvement d'un plan sur un plan.* — Soit un solide C mobile, qui reste constamment en contact avec deux solides fixes $C_1$ et $C_2$. Nous considérons un point M de masse $m$, fixe sur C, tandis que C sera supposé de masse nulle. Nous allons retrouver, par des considérations simples de dynamique du point, la propriété du centre instantané de rotation du plan C. Le point M est soumis à $\vec{F}$ résultante des forces extérieures, et $\vec{R}$ réaction du plan sur le point. Or, le plan étant de masse nulle, son but est seulement d'astreindre le point M à décrire une courbe. De plus nous négligerons le frottement, et par suite $\vec{R}$ est normal à la courbe. Sur le solide plan C agissent trois forces : les réactions aux contacts avec $C_1$ et $C_2$, et $-\vec{R}$. Le solide étant de masse nulle, ces trois forces formant un système nul sont concourantes. En d'autres termes, la normale en M à la trajectoire de ce point passe par l'intersection des normales aux points de contact de C avec $C_1$ et $C_2$; comme ceci est vrai quelle que soit la position du point M dans le plan, nous avons retrouvé la propriété du centre instantané.

*Mouvement à deux paramètres d'un solide dans l'espace.* — Soit un solide S qui reste en contact sans frottement avec quatre solides fixes; sa position dépend alors de deux paramètres. Comme précédemment, considérons un point M pourvu de masse, tandis que S n'en a pas. Le point décrit alors une surface $\Sigma$. Sur M agissent $\vec{F}$, résultante des forces extérieures, et $\vec{R}$ réaction de S, normale à $\Sigma$, puisqu'il n'y a aucun frottement. Sur S agissent les quatre réactions dues aux obstacles, et normales aux plans tangents de contact, et la réaction $-\vec{R}$ due au point M. Ces cinq réactions doivent former un système en équilibre. En particulier, il existe en général deux droites, réelles ou imaginaires, distinctes ou confondues, qui s'appuient sur les quatre normales communes à S et $S_1$, $S_2$, $S_3$, $S_4$. La

normale à Σ est donc la droite menée de M s'appuyant sur les deux droites précitées. Tel est le résultat classique.

Mais on peut ajouter un autre mode de construction de cette normale, qui évite de passer par l'intermédiaire des deux droites s'appuyant sur les quatre normales, ce qui est avantageux quand elles sont imaginaires.

Il nous suffira, pour cela, de construire quatre vecteurs portés par les quatre normales à $S_1$, $S_2$, $S_3$, $S_4$ formant un système de vecteurs équivalent à un vecteur unique issu de M (c'est $\vec{R}$). La grandeur de l'un de ces vecteurs peut en général être prise abitrairement, car, quand un système de vecteurs est équivalent à zéro, il le reste si l'on multiplie tous les vecteurs par le même nombre. Si l'on remarque que le moment de ce système est nul en M en particulier, ainsi que celui de $-\vec{R}$, et que nous connaissons la direction des moments des réactions avec $S_1$, $S_2$, $S_3$, $S_4$, il suffira de porter sur ces quatre dernières droites quatre vecteurs dont la somme soit nulle. Les moments étant connus, on en déduit les réactions de contact sans ambiguïté, on fait leur somme géométrique, et la direction du dernier vecteur obtenu est celle de la normale en M à Σ.

DYNAMIQUE DES FLUIDES. — *Sur la détermination du critérium des tourbillons alternés et les oscillations de relaxation.* Note [1] de MM. **Max Teissié-Solier** et **Louis Castagnetto**, présentée par M. Charles Camichel.

L'un de nous a déjà indiqué, en collaboration avec M. Camichel, qu'au-dessous du critérium des tourbillons alternés et à la suite d'une perturbation, la variation de l'amplitude $y$ du sillage d'un cylindre de révolution pouvait être représentée par la loi

$$(1) \qquad y = E_a(t)\sin(\omega t + \varphi) \qquad \text{avec} \qquad E_a(t) = A e^{-\varepsilon' t},$$

et qu'au-dessus du critérium des tourbillons alternés lors de l'établissement de ces derniers on avait

$$(2) \qquad y = E_e(t)\sin(\omega t + \varphi) \qquad \text{avec} \qquad E_e(t) = \frac{A}{\sqrt{1 + be^{-\varepsilon t}}},$$

la loi d'accroissement de l'amplitude des oscillations du sillage $E_e(t)$ étant conforme à la formule donnée par M. Van Der Pol dans son étude des oscillations sinusoïdales et de relaxation.

---

[1] Séance du 4 avril 1938.

Poursuivant les études précédentes, nous avons constaté que, dans le cas d'un amortissement, au voisinage immédiat du critérium, on pouvait distinguer 3 parties dans les courbes $E_a(t)$ définissant la variation de l'amplitude du sillage (*fig.* 1) :

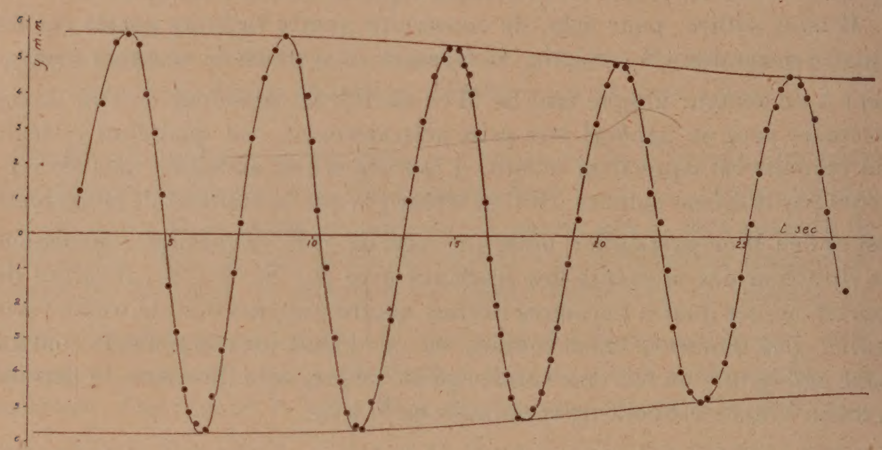


Fig. 1. — Amortissement des oscillations du sillage au voisinage du critérium.

1° Au début, une première partie où l'amplitude du sillage est très légèrement décroissante;

2° Une partie inflexionnelle;

3° Une dernière partie exponentielle permettant de définir un décrément logarithmique $\delta$.

On peut donc déduire de ce résultat que les courbes $E_a(t)$ peuvent, comme les courbes $E_e(t)$, être représentées par l'équation (2), $\varepsilon$ étant positif dans le cas d'un établissement et négatif dans celui d'un amortissement. Cependant la forme purement exponentielle (1) rend compte de l'amortissement d'une façon satisfaisante dès qu'on s'éloigne du critérium.

Nous avons enregistré au cinématographe, pour différentes vitesses V du fluide voisines de celle définissant le critérium $\mathcal{R}_c$ et à la température de 16°,4, la variation de l'amplitude du sillage d'un cylindre de $6^{mm}$ de diamètre durant les établissements et amortissements correspondants. L'étude de ces films nous a permis de déterminer, pour ces différentes vitesses V et en utilisant les parties exponentielles des courbes $E(t)$, les valeurs des décréments logarithmiques. La courbe $\varepsilon'(V)$ (*fig.* 2), avec

$\varepsilon' = \delta/T$, T étant la pseudo-période, définit, par son intersection avec l'axe des abscisses, la vitesse $V_c$ pour laquelle $\varepsilon' = 0$, valeur qui caractérise bien $\mathcal{R}_c$.

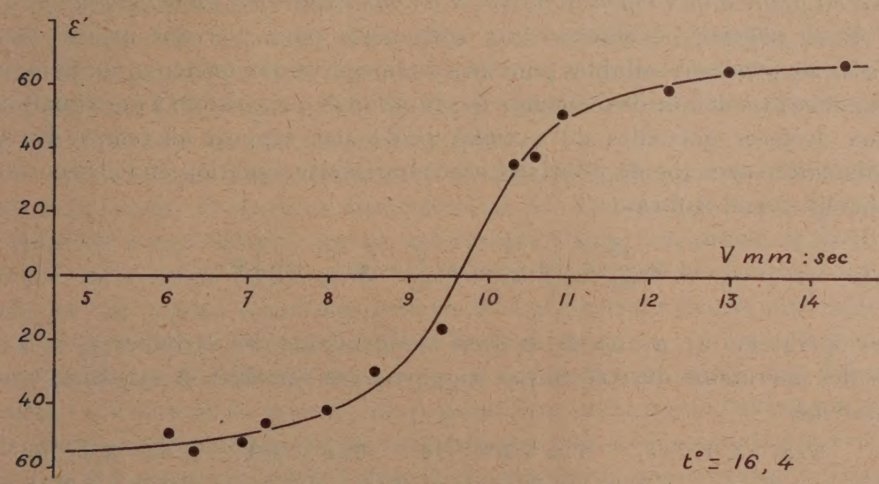



Fig. 2. — Variation de ε' en fonction de V.

La méthode précédente nous a donné comme valeur du critérium $\mathcal{R}_c = 52$, valeur peu différente de celle déjà obtenue par observation directe (²).

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Notion de corpuscule. Application aux électrons lourds.* Note de M. **Jean-Louis Destouches**, présentée par M. Louis de Broglie.

Le nombre toujours croissant de types de corpuscules doués de propriétés variées qui paraissent souvent à première vue déconcertantes nous oblige avant tout à préciser la notion de corpuscule. Cette notion précisée, il devient alors possible de faire des raisonnements généraux qui délimitent de façon très étroite les possibilités.

1. Le premier caractère d'un corpuscule est l'insécabilité, d'où cette définition : *un système physique sera dit* corpuscule relativement à certains procédés de morcellement *s'il apparaît insécable en employant ces procédés.*

(²) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1556.

Cette définition n'est pas pratique car elle nécessite l'énumération des procédés envisagés. On peut alors la transformer comme suit, en utilisant notre conception de l'espace physique : *un corpuscule est un système physique qui est figuré dans l'espace physique d'un observateur par un seul point.*

Pour prévoir l'évolution d'un corpuscule nous pouvons utiliser nos résultats généraux valables pour un système physique quelconque ; ils nous conduisent à définir des éléments de prévision $\Phi$ qui satisfont à une équation aux dérivées partielles du premier ordre par rapport au temps. En y joignant le principe de relativité restreinte, cette équation en l'absence de champ, prend la forme

$$\mathbf{a}_0 \frac{\partial \Phi}{\partial ct} = \left( \mathbf{a}_1 \frac{\partial}{\partial x} + \mathbf{a}_2 \frac{\partial}{\partial y} + \mathbf{a}_3 \frac{\partial}{\partial z} + \mathbf{b} \right) \Phi,$$

les opérateurs $\mathbf{a}_0$, $\mathbf{a}_1$, $\mathbf{a}_2$, $\mathbf{a}_3$, $\mathbf{b}$ étant indépendants des variables $x$, $y$, $z$, $t$ et des opérateurs dérivation par rapport à ces variables et satisfaisant au système

$$\mathbf{T}_{ij}^{+}\mathbf{a}_0 + \mathbf{a}_0\mathbf{T}_{ij} = 0, \qquad \mathbf{T}_{ij}^{+}\mathbf{b} + \mathbf{b}\mathbf{T}_{ij} = 0, \qquad \mathbf{T}_{ij}^{+}\mathbf{a}_k + \mathbf{a}_k\mathbf{T}_{ij} = \mathbf{a}_j\delta_{ik} - \mathbf{a}_i\delta_{jk},$$

$$\mathbf{T}_j^{+}\mathbf{a}_0 + \mathbf{a}_0\mathbf{T}_j = \mathbf{a}_j, \qquad \mathbf{T}_j^{+}\mathbf{a}_j + \mathbf{a}_j\mathbf{T}_j = \mathbf{a}_0, \qquad \mathbf{T}_j^{+}\mathbf{a}_k + \mathbf{a}_k\mathbf{T}_j = 0, \qquad \mathbf{T}_j^{+}\mathbf{b} + \mathbf{b}\mathbf{T}_j = 0.$$

Les opérateurs $\mathbf{a}$, $\mathbf{b}$, $\mathbf{T}$ satisfaisant à ces relations définissent un anneau que nous appellerons *l'anneau fondamental du corpuscule :* c'est lui qui en détermine les propriétés.

2. Un autre caractère de la notion de corpuscule est la constance de la valeur de certaines grandeurs qui lui sont attachées. Nous dirons qu'un corpuscule est *simple relativement à une grandeur* si les seules valeurs possibles de cette grandeur sont au plus $+k$, $-k$ et $0$, $k$ étant un certain nombre réel positif.

Nous avons pu alors démontrer que :

I. *Il n'y a que deux types de corpuscules à spin simple*, 1° *ceux de spin* $-1$, $0$, $+1$ ; 2° *ceux de spin* $-1/2$, $+1/2$.

II. *Un corpuscule à spin simple est nécessairement simple par rapport aux opérateurs* $\mathbf{a}_1$, $\mathbf{a}_2$, $\mathbf{a}_3$.

III. *Un corpuscule à spin simple n'est pas nécessairement simple par rapport à l'opérateur* $\mathbf{b}$, *c'est-à-dire par rapport à la masse. Tout corpuscule à spin simple et à masse simple peut être considéré comme un état massique particulier d'un corpuscule universel* (*du type* 1° *ou* 2°) *à masse multiple. Inversement un corpuscule à masse multiple, excepté dans le cas où il subit des interactions*

*permettant des changements dans la valeur de la masse, peut être considéré comme une superposition de corpuscules à masse simple.*

IV. *Tout corpuscule à spin $\pm 1/2$ et à masse simple suit nécessairement les lois d'un corpuscule de Dirac.*

Un corpuscule se trouve alors défini par les valeurs possibles de son spin, de sa masse, de sa charge. Les neutrons et protons ne sont pas des corpuscules à spin simple puisqu'ils ne suivent pas les lois d'un corpuscule de Dirac. Ils sont nécessairement complexes.

3. Ces résultats nous fournissent d'utiles indications concernant les électrons lourds. D'abord un électron lourd doit être considéré comme un corpuscule à spin simple, car un corpuscule à spin non simple apparaît comme un système fondu et un tel système a très peu de chances d'être créé par les rayons cosmiques primaires. Les électrons lourds sont donc soit du type 1°, spin $-1, 0, +1$, soit du type 2°, spin $-1/2, +1/2$. Suivant qu'ils sont de l'un ou l'autre type, ils auront des propriétés très différentes : 1° s'ils sont du type 1°, ils peuvent être créés individuellement et disparaître individuellement par annihilation, d'une façon analogue à un photon. La conservation de l'électricité exige alors que la création d'un électron lourd positif ait lieu au voisinage d'un proton qui se transforme alors en neutron, et celle d'un électron lourd négatif au voisinage d'un neutron qui devient proton. L'annihilation se traduit par les transformations inverses. On peut alors expliquer les interactions entre protons et neutrons par des échanges de tels électrons lourds. Ces derniers, dans cette hypothèse, sont directement liés aux protons et neutrons et ne sont pas liés aux électrons ordinaires.

2° S'ils sont du type 2° ils ne peuvent être créés que par paires de corpuscules de même masse et de charge opposée et annihilés que par paires, ces créations et annihilations ayant lieu au voisinage des noyaux atomiques. De telles annihilations sont extrêmement peu probables par suite de la faible densité des électrons lourds. S'il se trouve confirmé que les électrons lourds disparaissent lorsqu'ils sont suffisamment ralentis par la matière qu'ils traversent, comme semble l'indiquer les expériences de M. Blackett, il est nécessaire, dans cette hypothèse, qu'ils se transforment en électrons ordinaires par suite d'interactions permettant un changement d'état massique. Les différents électrons ne seraient alors que divers états massiques d'un corpuscule à spin $\pm 1/2$ et à masse multiple, la valeur de la masse pouvant changer dans certains chocs contre des noyaux. Dans ce

cas les électrons lourds seraient sans lien direct avec les protons et neutrons.

Actuellement il est difficile d'indiquer laquelle de ces deux hypothèses doit être retenue (bien qu'une distinction expérimentale soit possible), il faut attendre de nouvelles précisions tant théoriques qu'expérimentales.

ACOUSTIQUE. — *Sur la transparence aux ultrasons des plaques solides.* Note (1) de M. **Ernest Baumgardt**, présentée par M. Paul Langevin.

Lors de certaines expériences portant sur l'influence de l'écrouissage sur les constantes élastiques des métaux, j'ai été amené à mesurer la transparence aux ultrasons des disques en fer d'épaisseurs différentes.

Déjà Boyle et ses collaborateurs (2) ont étudié cette question, mais ils n'ont pas dépassé la fréquence de 359 kc et leurs résultats présentent une certaine dispersion.

Dans mes premières expériences, anciennes de dix mois, j'ai d'abord disposé des disques en acier doux de 40$^{mm}$ de diamètre et d'épaisseurs croissantes dans un faisceau de 32$^{mm}$ de diamètre d'ondes ultrasonores sensiblement planes émanant d'un quartz-émetteur, leur direction de propagation coïncidant avec celle de l'épaisseur de l'éprouvette.

A l'aide d'un pendule de torsion, j'ai mesuré la proportion d'énergie acoustique ayant traversé l'éprouvette. En utilisant des harmoniques impairs du même quartz, j'ai obtenu des ultrasons des fréquences 4060, 5670 et 7340 kc. Les épaisseurs des éprouvettes ont été telles que j'ai pu observer des vibrations en 2, 3, 4 et 5 demi-longueurs d'onde.

La figure montre que la position des maximum de transparence est suffisamment nette pour permettre une détermination à 1 pour 100 près de la vitesse de propagation de l'ultrason dans l'acier doux, et par là, la densité de l'acier étant connue, de E', module de Young apparent.

Mesuré statiquement, E varie entre 20800 et 21600 kg/mm² et la meilleure détermination du coefficient de Poisson donne $\sigma = 0,28$. En posant

$$E' = \lambda + 2\mu = \frac{E}{1 - \frac{2\sigma^2}{1-\sigma}}, \tag{1}$$

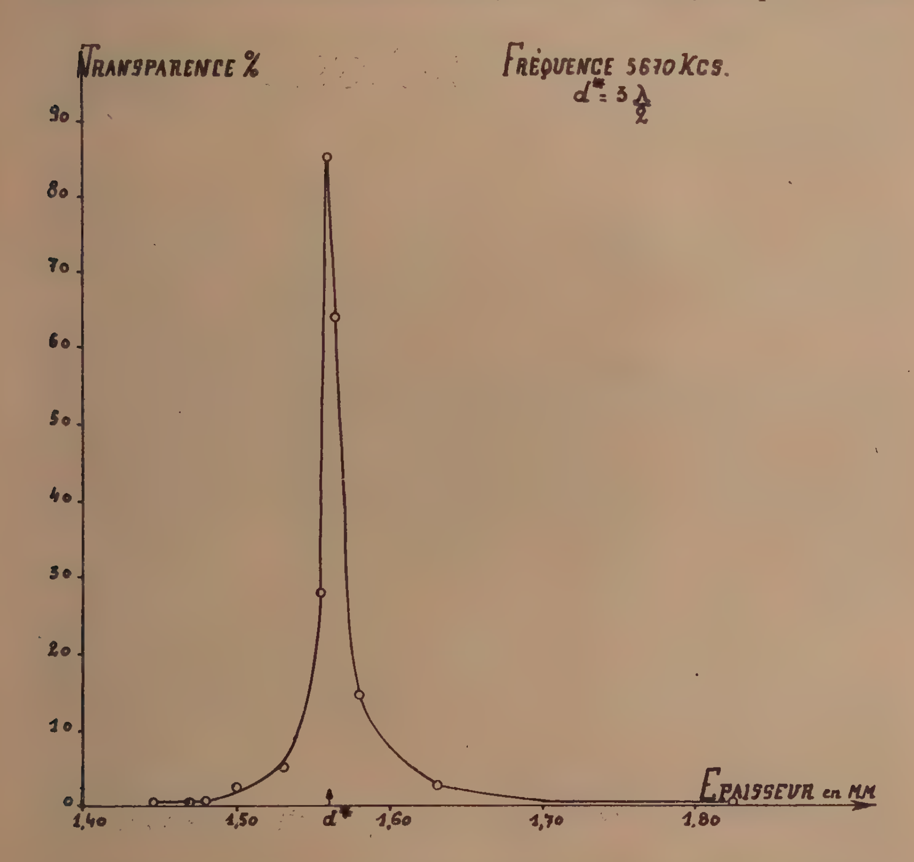
(1) Séance du 25 avril 1938.

(2) R. W. Boyle et D. K. Fromann, *Canad. J. Res.*, **1**, 1929, p. 405; R. W. Boyle et D. O. Sproule, *ibid.*, **2**, 1930, p. 3.

$\lambda$ et $\mu$ étant les coefficients de Lamé, on trouve

$$E = 21\,430 \pm 430 \text{ kg/mm}^2,$$

ce qui cadre bien avec les mesures statiques. L'idée s'impose que la vitesse




de propagation de l'ultrason dans les plaques est égale à celle dans un milieu indéfini.

A l'aide d'un dispositif décrit antérieurement ([3]), j'ai mesuré plus récemment la transparence du fer électrolytique aux ultrasons de 864 kc. Suivant (1) j'ai calculé $E = 20\,840 \pm 420$ kg/mm². On peut donc admettre que dans la valeur dynamique E′ la fréquence n'intervient pas.

L'émission d'un quartz piézoélectrique ne s'annule jamais complètement,

---

([3]) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 751.

même très loin de ses fréquences propres. En utilisant une seule plaque par essai, et en faisant varier la fréquence ultrasonore, j'ai pu contrôler le premier des résultats précités. J'ai trouvé $E = 21470 \pm 430$ kg/mm². 

Des expériences sont en cours relativement à l'influence sur la vitesse des ultrasons du rapport diamètre/épaisseur des éprouvettes. Pour ces mesures, je me sers du phénomène de la diffraction de la lumière par les ultrasons, pouvant ainsi opérer avec des énergies acoustiques très petites et éliminer certaines sources d'erreur.

CHALEUR. — *Propriétés de la solution de Fourier dans les systèmes complexes : application au partage d'un flux entre corps au contact.* Note de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Aimé Cotton.

Lorsqu'on étudie la propagation de la chaleur dans un ensemble formé de plusieurs milieux, on peut considérer la solution de Fourier pour l'un seulement de ces milieux. Mais la méthode d'intégration se trouve alors en défaut, même dans les cas très simples où l'on serait tenté de l'employer, les conditions aux limites n'ayant plus la forme voulue. Nous en avons antérieurement donné un exemple ([1]), en indiquant par quels calculs, assez complexes quoique reposant sur une idée simple, on pouvait obtenir complètement la solution.

Pour appliquer la méthode de Fourier, il est nécessaire de considérer à la fois *tout* l'ensemble. Soit, dans le cas de deux milieux (à une dimension), $(A\cos\alpha x + B\sin\alpha x)e^{-mt}$, la solution élémentaire relative au premier milieu, s'étendant de $x=0$ à $x=l$, et $(A'\cos\alpha' x + B\sin\alpha' x)e^{-mt}$, celle relative au deuxième milieu, qui s'étend de $x=l$ à $x=l'$. La manière même d'appliquer la méthode de Fourier conduit à considérer ces deux fonctions comme un tout : elles représentent par leur *ensemble la* solution élémentaire, dans le système des deux milieux, traité comme un milieu *unique* dont les propriétés pourraient varier d'un point à l'autre.

Aussi avions-nous tout naturellement prêté à ces solutions les propriétés classiques des solutions relatives au milieu unique; en particulier, aux points de *discontinuité*, nous avions admis que la valeur initiale de la solution de Fourier était la *moyenne* des valeurs, en ces points, de chacune des deux séries trigonométriques; ce qui nous avait conduit à formuler ([2]) une

---

([1]) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 57.

([2]) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 505.

règle d'égal partage initial du flux de chaleur produit à la surface de séparation de deux milieux en contact parfait.

Nous avons reconnu depuis que cette conclusion était inexacte, et que, si l'on pouvait bien formuler une règle *générale*, ce n'était pas nécessairement celle-là. (La règle donnée dans le cas du contact imparfait, par contre, subsiste.)

Si paradoxal que cela puisse paraître après ce que nous avons indiqué ci-dessus, chacune des deux solutions élémentaires n'est en effet valable que dans le milieu pour lequel elle a été formée. Si l'on calcule le *prolongement* de l'une des séries trigonométriques dans l'autre milieu, on trouve une fonction différente de la série trigonométrique relative à ce dernier milieu. La règle de la moyenne s'applique, non à l'ensemble des deux séries, mais, *pour chacun des deux milieux*, à la série relative à ce milieu et à son prolongement dans l'autre.

Le prolongement d'une série coïncide avec l'autre série, *si le produit* $kc\rho$ *de la conductibilité thermique par la chaleur spécifique volumique* est le même pour les deux milieux.

En mettant en évidence, dans les deux séries, pour des abscisses $x$ voisines de la surface de séparation, les termes d'où provient la discontinuité, nous sommes parvenu à calculer d'une façon tout à fait *générale*, dans le problème du partage du flux, la valeur du prolongement, au point de discontinuité, des séries définissant chacun des flux : on connaît *a priori* la somme des séries pour les deux milieux (puisqu'on forme les termes de la série à partir de cette somme), et l'on trouve que cette donnée est suffisante; elle permet même le calcul de diverses séries relatives au problème.

Le résultat du calcul est alors que, *un flux de chaleur naissant à la surface de séparation de deux milieux, il se partage, à l'instant initial, proportionnellement à la racine carrée du produit* $kc\rho$ ci-dessus considéré.

Pour déterminer pendant combien de temps ce résultat reste pratiquement valable, il faut écrire la solution sous la forme récemment indiquée (3). Les calculs numériques sont d'ailleurs *moins* nombreux qu'on ne le penserait. Le prolongement, en dehors du milieu qui lui correspond, de chaque série trigonométrique, prolongement nécessaire à l'étude de la solution pour les *petites* valeurs du temps, jouit de cette première propriété que les distributions de température restent linéaires *hors* de chaque milieu, tant qu'on ne rencontre pas de singularité. Ensuite, au premier point singulier

(3) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 590.

extérieur, qui est un point anguleux, la deuxième pente diffère de la première, comme, à la surface de séparation, la pente à l'intérieur du milieu différait de son prolongement vers l'autre milieu.

Si l'un des milieux est assez isolant, l'autre étant relativement conducteur, on trouve que, pour les valeurs peu élevées du temps $t$, le flux dans le milieu isolant est la fraction $2/(\sqrt{\pi})(\sqrt{k c \rho t}/c_1 \rho_1 l_1)$ de l'autre, $k$, $c$, $\rho$ étant les caractéristiques du milieu isolant, $l_1$, l'épaisseur du disque conducteur, et $c_1 \rho_1$, sa chaleur spécifique volumique.

Si les deux milieux sont *relativement* conducteurs, on atteint tout de suite, dans l'expérience, les valeurs *relativement* élevées du temps. Si, alors, les deux milieux sont presque isolés de l'extérieur, on trouve que le flux se partage entre eux, *proportionnellement aux chaleurs spécifiques volumiques*, ce qui est d'ailleurs évident, les deux milieux ayant la même température, sensiblement, non seulement à leur contact, mais dans toute leur masse.

Au bout d'un temps notablement plus long, enfin, les flux sont régis simplement par les *déperditions extérieures* de chaque milieu.

MAGNÉTISME. — *Susceptibilité magnétique de l'oxyde azotique* NO *liquéfié.* Note de MM. **Henri Bizette** et **Belling Tsaï**, présentée par M. Aimé Cotton.

La mesure du pouvoir rotatoire magnétique du NO liquide nous a conduits à admettre que l'oxyde azotique liquide est très fortement polymérisé à la température de — 163°C., le nombre trouvé pour la proportion de molécules polymérisées étant d'environ 93 pour 100 ([1]). Nous avons, dans le but de confirmer ce résultat, déterminé la susceptibilité magnétique du NO liquide à la même température. Cette susceptibilité par centimètre cube est égale à

$$\chi = 3,53.10^{-6}.$$

En négligeant la susceptibilité magnétique des molécules $(NO)^2$, et en comparant au nombre trouvé pour le gaz à la même température, nous trouvons une proportion de molécules polymérisées d'environ 97 pour 100. La faible valeur obtenue pour la susceptibilité magnétique de NO liquide

([1]) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1638.

doit être rapprochée de celle encore beaucoup plus faible obtenue par Lips ([2]) sur le solide.

La méthode utilisée est celle qui a été décrite par MM. Dupouy et Haenny ([3]). Elle consiste à mesurer la poussée que subit une baguette de quartz immergée dans le liquide à étudier, l'une des extrémités étant placée dans un champ uniforme et l'autre dans un champ faible. Nous l'avons étendue aux mesures de susceptibilité à basse température. La balance est placée au-dessus de l'électro-aimant de l'Académie des Sciences, dans une cloche remplie d'oxyde azotique sous la tension de vapeur de ce dernier à la température de l'expérience. Les poids se manœuvrent de l'extérieur par l'intermédiaire d'électro-aimants et d'arbres à cames. On peut ainsi mesurer $40^{g}$ à $1^{mg}$ près.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *La barrière de potentiel en mécanique nucléaire et les dimensions nucléaires des corps radioactifs lourds.* Note de M. **Théodore Kahan**, présentée par M. Louis de Broglie.

D'après les principes fondamentaux de la mécanique ondulatoire, une particule élémentaire chargée électriquement, telle qu'un proton ou une particule alpha, peut s'échapper du noyau, même si son énergie potentielle, due à la répulsion coulombienne, dans la région extranucléaire est supérieure à son énergie cinétique à grande distance. Gamow a ainsi réussi à justifier théoriquement la relation de Geiger-Nuttall entre la constante radioactive du noyau émetteur et l'énergie cinétique des particules alpha émises en admettant une telle barrière de potentiel formée par l'action combinée de l'attraction entre corpuscules intranucléaires (forces spécifiquement nucléaires) et leur répulsion électrostatique. La relation théorique de Gamow permet, d'autre part, de déduire les rayons nucléaires des corps radioactifs de la connaissance de leur constante radioactive. L'effet de la barrière de potentiel est, en effet, essentiellement déterminé par l'expression ([1])

$$P \approx \exp.\left[-\frac{4\pi}{h}\int_{r_c}^{R}\varphi(r)\,dr\right]$$

([2]) *Helvetica Physica Acta*, **14**, II, 1935, p. 250.

([3]) *Journal de Physique*, 7ᵉ série, **7**, 1936, p. 23.

([1]) Cf. L. de Broglie, *Annales de l'Institut H. Poincaré*, **4**, 1933, p. 349; Th. Kahan, *Revue générale des Sciences*, **47**, 1936, p. 299 ; *Théorie de l'émission des rayons α etc.* (*Art. Scient. et Indust.*, Paris, 1936).

avec

$$\varphi(r) = \sqrt{2m(V-E)},$$

où $m$ = masse, V = énergie potentielle, E = énergie de la particule, $r_c$ = rayon d'approche classique et R = rayon nucléaire. Gamow, dans sa théorie, considère la particule α intranucléaire comme soumise, en première approximation, à l'action d'un champ de force moyen créé par le noyau (problème des deux corps). Or, d'après un travail de Bethe ([2]), le problème de l'émission de rayons α doit être traité comme un problème de $n$ corps au sens de Bohr ([3]), car il n'est plus légitime de considérer la particule α comme se mouvant librement dans un champ de force moyen créé par le noyau résiduel. Lorsqu'en effet la particule α est dans le noyau, les quatre particules élémentaires qui la composent, participent, par suite de l'extraordinaire densité de la matière nucléaire, aux mouvements compliqués et aux échanges d'énergie incessants de la substance nucléaire. D'après Bethe donc, la particule α ne saurait être considérée comme préexistant dans le noyau radioactif avant son émission, mais seulement comme formée au moment même de son expulsion. Et Bethe d'en conclure que la probabilité P de la désintégration α est le produit de deux facteurs :

1° la probabilité de la formation de la particule α = $P_f$ ;

2° la probabilité de pénétration à travers la crête de potentiel = $P_p$.

Pour évaluer la probabilité de pénétration $P_p$, il admet que l'émission d'une particule α par un noyau serait, en l'absence de la crête de potentiel, aussi probable que celle d'un neutron de même énergie. Bethe estime cette dernière probabilité à partir de la largeur des niveaux relatifs aux neutrons lents dans l'hypothèse que la largeur du niveau neutronique est proportionnelle à la vitesse de cette particule lourde.

Le raisonnement de Bethe soulève plusieurs objections. Tout d'abord, il n'est pas dit que la largeur du niveau relative à l'émission d'un rayon α soit la même que celle qui est relative à l'expulsion d'un neutron. Par ailleurs, il semble assez probable que la particule α ait une tendance à préexister dans le noyau. D'autre part, il est essentiel d'insister sur le fait que la crête de potentiel nucléaire se compose de deux parties ; si la première partie, extranucléaire, correspond à la répulsion coulombienne, la seconde partie, intranucléaire (c'est-à-dire le flanc intérieur de la

(2) *Phys. Rev.*, 50, 1936, p. 977.
(3) *Nature*, 137, 1936, p. 977.

barrière) est fondamentalement déterminée par les forces nucléaires à faible rayon d'action. Il en résulte que l'expulsion d'un rayon $\alpha$ du noyau de Bethe, privé de sa crête de potentiel, ne se produirait pas de la même manière que la désintégration réelle, à cause, précisément, du flanc intranucléaire de cette crête de potentiel. Or, lorsqu'il s'agit de noyaux radioactifs lourds, l'énergie cinétique des particules $\alpha$ ($\sim 7$ à 8 MeV) est de même ordre de grandeur que la hauteur du sommet de la crête de potentiel ($\sim 9$ MeV). Mais alors le manque de stabilité du système nucléaire après suppression de la crête de potentiel serait si marqué que le noyau exploserait, à coup sûr, instantanément. En d'autres termes, la probabilité de formation $P_f$ serait égale à l'unité. Ainsi, la probabilité de désintégration $\alpha$ et, par conséquent, les rayons des noyaux radioactifs, sera pratiquement déterminée par le facteur $P_p$ représentant l'effet de la crête de potentiel seul. On peut donc en conclure que le nouveau modèle nucléaire de Bohr ne doit pas sensiblement modifier les valeurs des rayons nucléaires tels qu'ils résultent de la relation de Gamow.

Remarquons encore, à ce propos, que le concept même du rayon nucléaire prête à critique. Il représente sans doute une extrapolation, peut-être injustifiée, d'une notion macroscopique. Par ailleurs, si l'on définit le rayon d'une particule nucléaire par la distance où une attraction se change en répulsion ou *vice versa*, notre ignorance actuelle de la vraie nature des forces spécifiquement nucléaires ne permet guère de donner une définition exempte d'ambiguïté.

THERMOCHIMIE. — *Calcul à priori des puissances calorifiques des hydrocarbures.* Note de M. **Marcus Brutzcus**, présentée par M. Jean Perrin.

Des équations et considérations exposées dans une Note antérieure [1], les deux équations fondamentales suivantes de la Thermochimie peuvent être déduites :

$$(1) \qquad P_{\text{cal}}(C^m H^n) = M.340{,}2 - [\Sigma L_i(C^m H^n) + B.102{,}72]\, K_{\text{cal}},$$

$$(2) \qquad N = 2.M - B,$$

où $M = m + n/4$ est la quantité de molécules d'oxgène nécessaires pour

[1] *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 859.

brûler une molécule du corps $C^m H^n$; B est la quantité de C bivalents que cette molécule contient et N est la quantité de liaisons qui lient entre eux ses atomes. En introduisant la valeur de M à l'équation (1)

$$(3) \quad P_{cal}(C^m H^n) = \left(m + \frac{1}{4} n\right).340,2 - \left[ n.L_l(C-H) + \left(2m - \frac{1}{2} n - B\right).L_l(C-C) + B.102,72 \right].$$

Dans une Note antérieure [2] pour la série forménique, les valeurs énergétiques suivantes des liaisons ont été trouvées :

$$L_l(C-H) = 116,3\ K_{cal}, \qquad L_l(C-C) = 120,8\ K_{cal}.$$

Comme il est démontré ci-dessous, les mêmes valeurs peuvent servir pour le calcul de $P_{cal}$ de tous les autres hydrocarbures alipathiques ou cycliques par l'introduction de certaines petites corrections.

L'équation (3) prend la forme

$$(4) \quad P_{cal}(C^m H^n) = 98,6m + 29,15n + 18,1B.$$

Pour les hydrocarbures saturés $B = 0$. *Par cette simple formule on peut calculer les $P_{cal}$ de tous les hydrocarbures* (sauf quelques très petites corrections à faire). Pour les hydrocarbures alipathiques

$$B = \frac{1}{2}(m + 2 - n) = m + 1 - \frac{1}{2} n,$$

et pour ces corps l'équation (4) prend la forme

$$(5) \quad P_{cal}(C^m H^n) = 116,7m + 20,1n + 18,1\ K_{cal}.$$

Pour chaque série séparément, des équations encore plus simples peuvent être établies.

*Série forménique* $C^m H^{2m+2}$ (Tab. I). — $P_{cal}(C^m H^{2m+2}) = 156,9m + 58,3 K_{cal}$.

*Série oléfinique* $C^m H^{2m}$ (Tab. II). — Le calcul de ces corps démontre que les valeurs expérimentales sont pour cette série d'une valeur presque constante (4,5 $K_{cal}$) plus grande que les valeurs calculées par l'équation (5), ce qui nous laisse à supposer que la présence d'un atome C bivalent produit dans la molécule une ionisation égale à 4,5 $K_{cal}$, une ionisation comparable à celle qui est produite par la présence d'une hydroxyle.

---

(2) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 492.

TABLEAU I. — *Série forménique* $C^mH^{2m+2}$. TABLEAU II. — *Série oléfinique* $C^mH^{2m}$.

| | $C^2H^6$. | $C^4H^{10}$. | $C^6H^{14}$. | $C^5H^9(CH^3)^3$. | $C^6H^4$. | $C^5H^{10}$. | $C^7H^{14}$. | $C^9H^{18}$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $P_{cal}$ expér. (E) [3]. | 371,3 | 685,9 | 999,7 | 1314,1 | 491,9 | 806,8 | 1120,9 | 1434,9 |
| $P_{cal}$ calculées… | 372,1 | 685,9 | 999,7 | 1313,5 | 488,8 | 802,6 | 1116,4 | 1430,2 |
| Différence… | −0,8 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 3,1 | 4,2 | 4,5 | 4,7 |

Il s'ensuit que, pour cette série, l'équation (5) prend la forme

$$P_{cal}(C^mH^{2m}) = 156,9m + 18,1 + 4,5\,K_{cal}.$$

*Séries dioléfinique et acétylénique* (Tab. III). — Ce qui est dit ci-dessus de la série oléfinique est aussi valable pour ces deux séries, seulement la valeur d'ionisation est, dans ce cas, plus grande, $20\,K_{cal}$ (env.).

$$P_{cal}(C^mH^{2m-2}) = 156,9.m - 22,1 + 20\,K_{cal},$$
$$P_{cal}(C^mH^{2m-4}) = 156,9.m - 62,3 + 20\,K_{cal},$$
$$P_{cal}(C^mH^{2m-6}) = 156,9.m - 102,5 + 20\,K_{cal}.$$

*Séries carbocycliques* (Tab. IV et V). — Dans les corps de ces séries, il semble que la valeur $L_i(C-H)$ est égale à celle des séries alipathiques, mais $L_i(C-C)$ est un peu moindre (118,3 pour benzène). Néanmoins on peut utiliser pour le calcul de $P_{cal}$ de ces corps l'équation (4) en introdui-

TABLEAU III. — *Série dioléfinique et acéthylénique.* TABLEAU IV. — *Série carbocyclique.*

| | $C^3H^4$ Allylène. | $C^6H^{10}$ Diallyle. | $C^2H^2$ Acéthylène. | $C^6H^6$ Dipropargyle. | $C^6H^6$ Benzène. | $C^6H^8$ Dihydrobenzène. | $C^6H^{10}$ Tétrahydrobenzène. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $P_{cal}$ expér. (E).. | 473,6 | 939,1 | 312,2 | 854,8 | 778,6 | 843,2 | 901,8 |
| $P_{cal}$ calculées… | 448,6 | 919,3 | 291,7 | 839,9 | 766,5 | 824,8 | 883,1 |
| Différence… | 25,0 | 19,8 | 20,5 | 19,8 | 22,1 | 19,7 | 18,7 |

TABLEAU V. — *Série carbocyclique.*

| | $C^6H^{12}$ Cyclohexane. | $C^6H^{10}$ Cyclohexène. | $C^{10}H^8$ Naphtaline. | $C^{10}H^{12}$ Tétrahydronaphtaline. | $C^{10}H^{18}$ Décahydronaphtaline. | $C^{14}H^{10}$ Anthracène. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $P_{cal}$ expér. (E).. | 950,7 | 907,3 | 1224,3 | 1351,5 | 1524,0 | 1706,0 |
| $P_{cal}$ calculées… | 942,4 | 900,8 | 1219,2 | 1335,8 | 1510,7 | 1671,9 |
| Différence… | 8,3 | 6,5 | 25,2 | 15,7 | 13,3 | 34,1 |

(3) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 861 (remarque).

sant une correction de 22,1 pour la série benzénique, 25 $K_{cal}$ pour la série naphtalinique et 34,1 pour la série anthracénique, et en prenant en considération la règle générale.

*L'introduction d'un radical (saturé) quelconque au lieu de* H *dans la* $L_i(C - H)$ *ou de deux* H *en remplacement d'une* $L_i(C - C)$ *diminue la correction à faire de* $4,5\ K_{cal}$,

$$P_{cal}(C^m H^{n'}) = 98,6.m + 29,15.n + 18,1\,B + (\text{corr.} - A.4,5)\,K_{cal}.$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Photographie automatique des spectres Raman de mélanges liquides. Application à des déterminations quantitatives.* Note de M. **Antonin Andant**, présentée par M. Aimé Cotton.

L'extension des applications de la spectrographie Raman à des domaines très divers de la Chimie a nécessité la mise au point de techniques applicables en dehors des laboratoires. J'ai montré en particulier ([1]) comment l'effet Raman peut avantageusement être utilisé pour l'identification des constituants des combustibles liquides, naturels ou synthétiques.

Mais, pour des applications de ce genre, dans lesquelles le nombre des échantillons à examiner rapidement se chiffre parfois par centaines, avec des temps de pose assez courts, on ne peut plus compter sur un opérateur pour mettre en place à des intervalles de temps réguliers les échantillons devant le spectrographe.

D'autre part, pour appliquer la spectrographie Raman à des déterminations quantitatives, il faut photographier les spectres avec des temps de pose rigoureusement égaux, et s'assurer de la parfaite constance du régime de la source de lumière excitatrice. Généralement, si cette source (arc au mercure) est alimentée directement par un réseau urbain, les seules heures favorables sont celles de la nuit. Ces conditions m'ont conduit à réaliser un dispositif automatique permettant de photographier sur une même plaque les spectres Raman de divers liquides avec des temps de pose égaux entre eux, mais dont la valeur soit réglable à volonté.

Voici le principe du montage. Le poids d'une horloge fait culbuter au cours de sa descente des interrupteurs à mercure disposés à intervalles égaux le long d'une règle verticale de 2m. A la fermeture du circuit élec-

---

([1]) *Publications Scient. Minist. Air*, 21, 1933; 99, 1936.

trique, un moteur se met en marche, entraînant à la fois par deux vis de pas convenables, montées sur un réducteur de vitesse, d'une part, un porte-cuves qui glisse horizontalement, parallèlement à lui-même, contre les lèvres de la fente du spectrographe, et, d'autre part, le châssis porte-plaques de ce spectrographe. L'arrêt des pièces mobiles est provoqué par des interrupteurs solidaires du porte-cuves : il se produit à l'instant précis où une cuve a pris la place de la précédente devant la fente du spectrographe. J'ai trouvé commode d'employer huit cuves de $2^{cm^3}$ de capacité, bien semblables (soufflées dans un même tube de verre). Pour des mélanges de carbures, le temps de pose convenable est d'environ deux heures (spectrographe S. G. O.; plaques Superfulgur; image d'un brûleur George 3 A projetée de haut en bas dans la cuve avec un objectif; suppression des radiations violettes par une solution saturée de nitrite de soude). Les temps de pose s'inscrivent sur un cylindre enregistreur ainsi que la tension prise aux bornes de l'arc au mercure.

Lorsque l'appareil est bien réglé, les huit spectres donnés par un même liquide remplissant les cuves sont parfaitement identiques.

Un dispositif de ce genre serait, semble-t-il, particulièrement utile pour suivre au moyen de l'effet Raman les diverses phases de réactions chimiques ou de décomposition de corps sous des influences diverses, et faciliterait l'emploi des spectrographes très lumineux que l'on construit aujourd'hui.

Le problème de l'analyse quantitative de mélanges liquides par spectrographie Raman a été abordé par de nombreux auteurs ([2]). Le montage ci-dessus est parfaitement adapté pour des mesures rapides sur des volumes très faibles de liquide. Je l'ai appliqué, en liaison avec le Service des Recherches du Ministère de l'Air, depuis plusieurs mois, à des dosages de carbures dans les essences.

De telles analyses ne peuvent être faites que si la distillation fractionnée du produit initial est faite de façon qu'il ne reste plus qu'un ou deux carbures, au maximum trois, dans chacune des fractions recueillies (intervalles de 0,1 degré).

Pour analyser une de ces fractions, on détermine sur un premier cliché la nature des carbures qu'elle contient, et grossièrement leur proportion, d'après l'intensité de leur raie la plus marquée. Avec les carbures identifiés,

---

([2]) G. Dupont et R. Dulou, *Bull. Soc. Chim. France*, **2**, 1935, p. 2156; W. Hanle et F. Heidenreich, *Phys. Zeits.*, 37, 1936, p. 594; J. Goubeau, *Angew. Chem.*, 51, 1938, p. 11; H. Hibben, *Chem. Rev.*, **18**, 1936, p. 1.

on fait six mélanges en proportions connues, encadrant la précédente, et l'on remplit avec ces mélanges les cuves 1, 2, 4, 5, 7 et 8. Les cuves 3 et 6 sont réservées aux échantillons analysés. Sur le cliché où sont photographiés les uns au-dessous des autres les huit spectres Raman, on détermine au microphotomètre les densités photographiques des raies caractéristiques (densité apparente de la raie, diminuée de la densité du fond en son voisinage), et l'on construit la courbe qui relie ces densités aux pourcentages du carbure dans le mélange. On cherche sur cette courbe le point correspondant à la densité de la raie du carbure dans le spectre du mélange inconnu : on lit directement en abscisse le pourcentage de ce carbure.

De telles mesures se font sur des mélanges de deux et même de trois carbures avec une précision de 2 à 3 pour 100 pour des proportions de constituant comprises entre 30 et 90 pour 100. Au-dessous de 30 pour 100, la détermination se fait à 5 ou 6 pour 100 près.

Il est évident qu'un contrôle du résultat ainsi obtenu peut être fait en répétant les mêmes opérations sur d'autres raies du carbure que l'on dose. Dans les cas où une plus grande précision devrait être recherchée pour la construction de la courbe, on peut recommencer l'analyse en encadrant les spectres de l'échantillon à $x$ pour 100 de carbure par ceux de mélanges connus où les proportions de ce carbure seraient très voisines de la précédente : $(x \pm 1)$ pour 100; $(x \pm 2)$ pour 100 et $(x \pm 3)$ pour 100 par exemple.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la réaction de formation du gaz de gazogène en dehors des conditions d'équilibre.* Note de M. **Henry Cassan**, transmise par M. Léon Guillet.

Si l'on considère la réaction globale de formation du gaz de gazogène en l'écrivant sous la forme

$$\alpha CO^2 + \beta H^2O + \gamma N^2 + \delta C = x CO + y H^2 + z N^2 + t CO^2 + u H^2O + \mu C,$$

on sait que l'on peut calculer $x, y, z, t, u$ à partir des valeurs de $\alpha$, $\beta$ et $\gamma$ et des constantes définies, en fonction de la température par les lois dites d'isodissociation et d'action de masse (Le Chatelier); cette proposition ne vaut que pour les conditions d'équilibre, c'est-à-dire lorsque la durée de contact entre le carbone et la phase gazeuse est suffisante (soit par exemple 6 à $8^h$ à $650^\circ$).

La durée de contact dans les gazogènes industriels est toujours très infé-

rieure à celle qui correspondrait à l'état d'équilibre; il est donc nécessaire d'étudier les conditions de marche d'un tel appareil, considéré dans un état déterminé, autrement que par l'application des lois précitées.

Nous avons appelé réactivité du combustible en cours de gazéification dans les conditions particulières envisagées, et nous avons représenté par $\rho$ le rapport $Q_1/Q_0$ de la quantité de chaleur $Q_1$ effectivement mise en jeu (absorbée) par la réaction réelle observée, à la quantité $Q_0$ de chaleur qui eût été mise en jeu si tout le $CO^2$ s'était transformé en CO et si toute la vapeur d'eau s'était transformée en $CO + H^2$.

Ces quantités de chaleur sont habituellement rapportées à

$$\alpha + \beta + \gamma = 1 \text{ vol. moléc.}$$

Cette définition de la réactivité est susceptible de nombreuses généralisations pour un très grand nombre de réactions chimiques limitées.

Nous avons trouvé expérimentalement que si, pour des conditions de température, durée de contact, nature du combustible, etc., déterminées, l'on représente par $\rho'$ la réactivité vis-à-vis de $CO^2$ ($\beta = 0$) et par $\rho''$ la réactivité vis-à-vis de $H^2O$ ($\alpha = 0$), la réactivité pour un mélange quelconque se calcule simplement par

$$\rho = \frac{1}{2}(\rho' + \rho'') + \frac{1}{2}(\rho' - \rho'')\zeta$$

avec $\zeta = (\alpha - \beta)/(\alpha + \beta)$; *autrement dit, la* Réactivité, *suivant la définition, est une fonction linéaire de la proportion* : $\alpha(CO^2)/\beta(H^2O)$.

Cette règle s'applique aussi bien au cas où la durée de contact est suffisante pour que les lois d'équilibre soient satisfaites, qu'au cas où la durée de contact ne permet pas l'application des dites lois.

Si l'on définit *rendement thermique du gazogène* et si l'on représente par R le rapport de la quantité de chaleur que l'on peut obtenir en brûlant le gaz produit (ramené à 0° et 760$^{mm}$ de Hg) à la quantité de chaleur qui eût été obtenue en brûlant directement le carbone employé à la production du même gaz, on peut considérer, d'une part, le rendement théorique maximum $R_0$ (cas où tout le $CO^2$ donne du CO et toute la vapeur d'eau donne $H^2 + CO^2$) et, d'autre part, le rapport P du rendement réel au rendement théorique maximum $P = R/R_0$.

On démontre aisément la relation $R_0 = (2,766 + 0,106\zeta)/(3 + \zeta)$ en prenant pour les chaleurs de combustion les valeurs généralement admises pour les réactions $C + O^2$, $CO + 1/2\,O^2$ et $H^2 + 1/2\,O^2$ (vapeur non condensée).

Nous avons montré expérimentalement que P, *pour des conditions de marche déterminées, n'est fonction que de* $\rho$ *et de* $\zeta$, ces deux variables étant déterminées pour les mêmes conditions (même combustible, même température, même durée de contact).

Nous avons alors établi des formules empiriques permettant de calculer P en fonction de $\rho$ et $\zeta$, mais ces formules étant peu maniables nous en avons condensé les résultats dans un tableau à deux entrées.

*La relation* $P = F(\rho, \zeta)$ *est indépendante des lois de l'équilibre thermochimique et s'applique aussi bien aux gaz en équilibre qu'aux gaz non en équilibre.*

Il serait évidemment possible de donner également une relation $R = F_1(\rho, \zeta)$ puisque $R = R_0 P$ et que $R_0$ ne dépend que de $\zeta$, mais, pour des raisons d'ordre pratique, il est plus avantageux d'utiliser la relation entre P, $\rho$ et $\zeta$.

La connaissance de $\rho$ et celle de $\zeta$ suffisent donc pour résoudre tous les problèmes posés par les gazogènes, *même en dehors des conditions d'équilibre*, ce qui est, comme nous l'avons signalé plus haut, le cas général des gazogènes industriels.

$$P = f(\rho, \zeta) . 10^3.$$

| | $\rho$. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\zeta$. | 0,9. | 0,8. | 0,7. | 0,6. | 0,5. | 0,4. | 0,3. | 0,2. |
| +1,0....... | 949 | 893 | 829 | 747 | 660 | 554 | 438 | 303 |
| +0,9....... | 950 | 894 | 830 | 748 | 661 | 555 | 440 | 305 |
| +0,8....... | 951 | 895 | 831 | 750 | 663 | 558 | 444 | 309 |
| +0,7....... | 952 | 897 | 833 | 754 | 667 | 564 | 452 | 317 |
| +0,6....... | 954 | 900 | 836 | 760 | 674 | 574 | 463 | 329 |
| +0,5....... | 957 | 905 | 842 | 769 | 684 | 588 | 479 | 345 |
| +0,4....... | 960 | 911 | 852 | 782 | 698 | 606 | 499 | 365 |
| +0,3....... | 963 | 918 | 864 | 798 | 718 | 629 | 525 | 392 |
| +0,2....... | 967 | 926 | 877 | 816 | 742 | 657 | 557 | 425 |
| +0,1....... | 971 | 935 | 891 | 836 | 769 | 690 | 596 | 475 |
| 0......... | 975 | 944 | 905 | 857 | 799 | 729 | 642 | 535 |
| −0,1....... | 979 | 953 | 919 | 878 | 829 | 769 | 692 | 600 |
| −0,2....... | 982 | 961 | 932 | 898 | 859 | 808 | 744 | 665 |
| −0,3....... | 985 | 968 | 946 | 918 | 886 | 843 | 791 | 724 |
| −0,4....... | 988 | 973 | 955 | 932 | 908 | 874 | 833 | 777 |
| −0,5....... | 990 | 978 | 963 | 945 | 925 | 900 | 868 | 824 |
| −0,6....... | 991 | 980 | 969 | 955 | 940 | 920 | 896 | 863 |
| −0,7....... | 993 | 984 | 974 | 962 | 950 | 935 | 918 | 898 |
| −0,8....... | 993 | 986 | 977 | 967 | 957 | 946 | 934 | 922 |
| −0,9....... | 994 | 988 | 981 | 971 | 961 | 951 | 941 | 931 |
| −1,0....... | 994 | 989 | 982 | 974 | 964 | 955 | 945 | 935 |

Nous avons précédemment publié une méthode expérimentale pour la détermination de la réactivité ρ, suivant la définition utilisée ici, pour un échantillon de combustible donné, aux différentes températures et pour une durée de contact mesurable.

Le tableau ci-contre donne les valeurs de P en fonction de ρ et de ζ; ces valeurs, calculées au moyen des formules empiriques dont il est question ci-dessus, peuvent être considérées comme des résultats expérimentaux.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Point isoélectrique de la cellulose. Adsorption et gonflement.* Note de Mme **Juliette Gavoret**.

Les indications données sur la valeur du point isoélectrique de la cellulose, au moyen de l'étude quantitative de l'adsorption des cations métalliques [1], ont été vérifiées par des mesures électriques.

Nous avons mesuré la conductivité de solutions tampons très diluées, seules, puis en présence d'un poids constant de coton purifié par lavages et placé dans une position déterminée entre deux électrodes fixes de platine. Nous avons employé un courant alternatif de quelques milliampères sous une tension de 110 volts. L'augmentation de résistance du système, due à à la présence du coton, a été vérifiée pour une gamme du pH s'étendant de 1,4 à 6,8.

Nous avons ainsi mis en évidence un maximum dans cette courbe de la variation de résistance en fonction du pH, maximum se plaçant à une valeur intermédiaire entre pH 2,4 et pH 2,8. Cette valeur s'accorde avec celle que nous avions déduite de nos expériences précédentes sur l'adsorption par la cellulose.

Le tableau suivant illustre nos mesures. On a indiqué pour chaque pH l'accroissement relatif de la résistance initiale $R_1$ et le rapport de la résistance $R_2$, en présence de cellulose, à $R_1$.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH....... | 1,4 | 1,6 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 6,8 |
| $\Delta R_1$ %.... | 60 | 68 | 70 | 81 | 70 | 50 | 50 | 53 |
| $R_2/R_1$..... | 1,6 | 1,68 | 1,70 | 1,81 | 1,70 | 1,50 | 1,5 | 1,53 |

Nous avons alors mesuré la résistance du liquide ayant baigné la cellulose, et c'est seulement dans la région voisine du point isoélectrique qu'on

(1) Mme Juliette Gavoret-Hansot, *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1643; **195**, 1932, p. 349.

a pu déceler quelque augmentation de cette grandeur. Aux pH suffisamment éloignés de cette région, l'augmentation est inappréciable.

Cette variation positive de la résistance du liquide dans la région voisine du point isoélectrique correspond à l'accroissement de résistance, décelé aux mêmes points en présence de cellulose. Il est dû au gonflement minimum de celle-ci au point isoélectrique; de part et d'autre de ce point, outre sa capacité d'adsorption d'anion ou de cation, la cellulose retient de l'eau, d'où appauvrissement du liquide en ions électrolytes et en molécules d'eau, c'est-à-dire résistance inchangée. Au contraire, au point isoélectrique, la cellulose adsorbe, en quantités faibles, mais égales, un peu d'anion et un peu de cation, à l'exclusion d'eau, d'où appauvrissement du liquide en molécules d'électrolyte seulement et résistance accrue.

Cet effet est d'autant plus marqué que la concentration initiale est forcément plus élevée dans la région voisine du point isoélectrique, très acide, et qu'il y est double (adsorption de l'anion et du cation). Il ne doit donc pas être comparé à celui aux pH plus élevés, où la concentration est plus faible et où il se rapporte au cation seulement. De plus, le peu d'affinité de la cellulose pour les cations alcalins et légers est connu ([2]).

Enfin nos mesures simultanées de l'adsorption d'ions électrolytes et du gonflement en eau confirment l'adsorption présumée d'hydroxydes métalliques, annoncée également par d'autres auteurs ([3]).

Le gonflement, rapidement croissant avec le pH au delà du point isoélectrique, s'accorde aussi avec la capacité d'adsorption, croissante dans ces conditions, et signalée par de nombreux auteurs ([4]).

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du système* $As^2O^5 — OBa — OH^2$ *à* 17° C. *Caractérisation d'un nouvel arséniate de baryum* $2As^2O^5.OBa.3OH^2$. Note ([1]) de M. **Henri Guérin**, présentée par M. Paul Lebeau.

A la suite d'une étude du domaine acide du système $As^2O^5—OBa—OH^2$, Hendricks ([2]) admet qu'à 30° les deux composés $(AsO^4)^2Ba^2H^2.2OH^2$

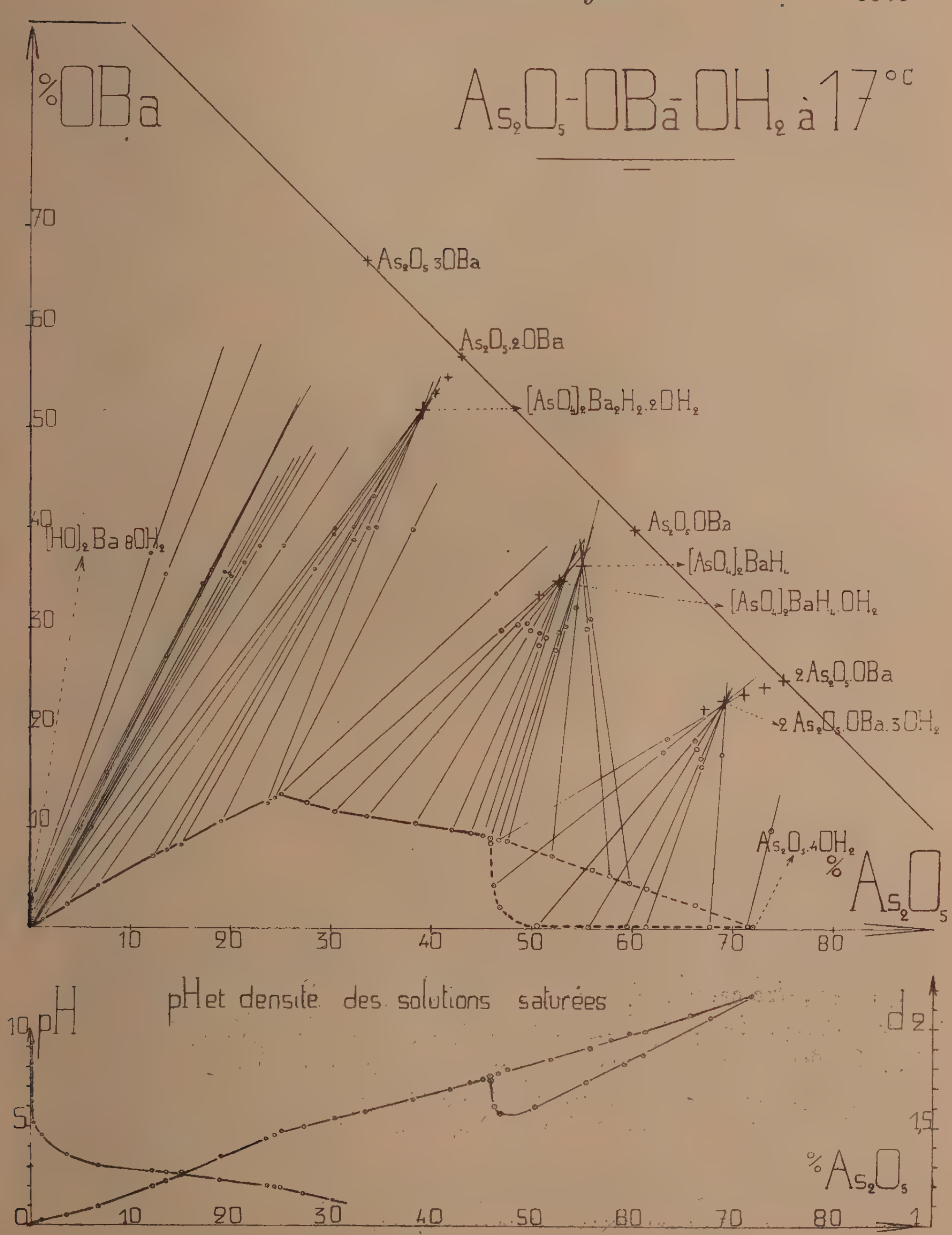
([2]) I. M. Kolthoff, *Pharm. Weekblad*, 58, 1920, p. 94.

([3]) Matthews-Anderau, *Textilfasern*, 1928, p. 378, 408; M. Battegay, *La Cellulose*, 2, 1935, p. 25.

([4]) C. G. Schwalbe, *Z. angew. Chem.*, 32, 1919, p. 355; K. Scherinja, *Pharm. Weekblad*, 57, 1920, p. 1289; F. Briggs, *J. Soc. Chem. Ind.*, 2, 1917, p. 128.

([1]) Séance du 25 avril 1938.

([2]) *J. Phys. Chemistry*, 30, 1926, p. 248.


%OBa
As2O5-OBa-OH2 à 17°C
As2O5 3OBa
As2O5.2OBa
[AsO4]2Ba2H2.2OH2
As2O5OBa
[AsO4]2BaH4
[AsO4]2BaH4.OH2
2As2O5.OBa
2As2O5.OBa.3OH2
[HO]2Ba 8OH2
As2O5.4OH2
%As2O5
pH et densité des solutions saturées
pH
d
%As2O5

et $(AsO^4)^2BaH^4.2OH^2$ sont stables en présence de solutions contenant moins de 30 pour 100 de $As^2O^5$ pour le premier et de 30 à 72 pour 100 de $As^2O^5$ pour le deuxième. L'existence de ce dernier sel, non établie par les déterminations analytiques de cet auteur, étant en contradiction avec nos observations ([3]), nous avons repris l'étude du système, en l'étendant toutefois au domaine basique, non exploré jusqu'ici.

Nous avons préparé toute une série de solutions en équilibre à 17°, avec diverses phases solides, en soumettant à une agitation prolongée à cette température, d'une part, des mélanges en proportions variées, d'eau, d'hydroxyde de baryum octohydraté et d'acide arsénique, d'autre part, des mélanges résultant de l'addition de ce même hydroxyde ou d'acide arsénique à des suspensions aqueuses d'arséniate mono, bi ou tribarytique.

Après détermination de la composition chimique, de la densité et du pH des diverses solutions saturées, la caractérisation des phases solides en équilibre avec celles-ci a été effectuée par la méthode des restes ([4]).

Les résultats obtenus permettent de conclure comme suit :

1° *Domaine basique.* — A 17°, il ne paraît pas exister d'arséniate de baryum basique; seul l'arséniate tribarytique est stable en présence de solutions de baryte. Étant donné les intersections des droites solutions-restes, relatives à ce sel, il semble que l'arséniate tribarytique (dont la solubilité dans l'eau est d'environ 0g,18 de sel anhydre par litre d'eau) est hydraté au sein des solutions, mais les angles très aigus, sous lesquels ces droites se coupent, s'opposent à la détermination exacte du degré d'hydratation.

Aucun composé intermédiaire n'apparaît entre l'arséniate tribarytique et l'arséniate bibarytique bihydraté; ce dernier sel n'est pas hydrolysable et sa solubilité dans l'eau est d'environ 0g,59 par litre.

2° *Domaine acide.* — L'arséniate bibarytique bihydraté est stable en présence des solutions dont la teneur en $As^2O^5$ est inférieure à 25 pour 100.

Entre 25 et 72 pour 100 de $As^2O^5$, deux arséniates monobarytiques peuvent être caractérisés : l'un, monohydraté, stable au contact des solutions titrant de 25 à 47 pour 100 de $As^2O^5$ et l'autre anhydre.

Ce dernier arséniate est en faux équilibre : après un temps, d'autant plus long que la teneur de la solution en $As^2O^5$ est plus élevée, il se transforme en un composé qui d'après la méthode des restes répondrait à

---

([3]) *Bull. Soc. Chim. France*, 5e série, 4, 1937, p. 1257.

([4]) F. A. H. Schreinemarkers, *Z. Phys. Chem.*, 11, 1893, p. 75.

la formule $2As^2O^5.OBa.3OH^2$. Grâce à son insolubilité dans l'eau et dans les acides, cet arséniate a pu être isolé des solutions riches en $As^2O^5$, au sein desquelles il prend naissance. Après dessiccation dans le vide, sa composition est bien en accord avec celle prévue par la méthode des restes.

Ce nouveau sel devient anhydre entre 250 et 300° et se transforme en métaarséniate de baryum, par chauffage dans le vide à 600°.

En résumé, les seuls constituants définis, dont l'existence peut être considérée comme établie à 17° sont : $(AsO^4)^2Ba^3.xOH^2$, $(AsO^4)^2Ba^2H^2.2OH^2$, $(AsO^4)^2BaH^4.OH^2$, $(AsO^4)^2BaH^4$ et $2As^2O^5.OBa.3OH^2$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Semicarbazone et thiosemicarbazone de l'acide* para-*méthoxyphénylpyruvique. Dioxytriazine et sulfoxytriazine correspondantes*. Note de M. **Maurice Girard**, présentée par M. Auguste Béhal.

A. Un certain nombre de dioxytriazines (I) et de sulfoxytriazines (II) ont été préparées et étudiées par M. J. Bougault et ses élèves ([1]). Ces auteurs les obtiennent en déshydratant par les alcalis étendus les semicarbazones et les thiosemicarbazones des acides α cétoniques correspondants.

```
      N______NH                     N______NH
R—C<           >CO  =  OH²+ R—C<           >CO
   CO²H     NH²                    CO_____NH
                                      (I).

      N______N                      N______N
R—C<           >C—SH  =  OH²+ R—C<           >C—SH
   CO²H     NH²                    CO_____NH
                                      (II).
```

B. Nous avons appliqué à la semicarbazone et à la thiosemicarbazone de l'acide *p*-méthoxyphénylpyruvique $CH^3O\text{-}C^6H^4\text{-}CH^2\text{-}CO\text{-}CO^2H$ le mode de déshydratation signalé plus haut ; puis nous avons étudié la dioxytriazine et la sulfoxytriazine ainsi obtenues.

C. L'acide *p*-méthoxyphénylpyruvique, utilisé pour notre travail, a été obtenu selon la technique décrite par Gränacher et ses collaborateurs ([2]). La semicarbazone et la thiosemicarbazone se préparent suivant les méthodes habituelles.

---

([1]) *Journ. Ph. Ch.*, 7ᵉ série, **11**, 1915, p. 6; *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 157 et 1216.

([2]) *Helv. ch. Acta*, **6**, 1923, p. 462.

1° Semicarbazone $CH^3O\text{-}C^6H^4\text{-}CH^2\text{-}\underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{C}}=N\text{-}NH\text{-}CONH^2$. Ce produit cristallise dans l'alcool bouillant sous forme de fines aiguilles. La semicarbazone se décompose en bloc Maquenne vers 178° avec dégagement de gaz. Elle est insoluble dans l'eau, très peu soluble dans les solvants organiques. La détermination de son poids moléculaire par acidimétrie donne un chiffre égal à 250 (théorie 251).

2° Thiosemicarbazone $CH^3O\text{-}C^6H^4\text{-}CH^2\text{-}\underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{C}}=N\text{-}N=\underset{\displaystyle SH}{\underset{|}{C}}\text{-}NH^2$. Ce corps fond avec décomposition vers 174°; il est insoluble dans l'eau, très peu soluble dans l'éther, soluble dans l'acétone. Son dosage acidimétrique donne un poids moléculaire égal à 266 (théorie 267).

3° *p*-Méthoxybenzyldioxytriazine $CH^3O\text{-}C^6H^4\text{-}CH^2\text{-}C\begin{matrix} N & NH \\ CO & NH \end{matrix}CO$.

Pour préparer ce corps, on maintient pendant 10 heures à une douce ébullition, au réfrigérant à reflux, la semicarbazone en solution légèrement alcaline. La dioxytriazine cristallise dans l'alcool bouillant sous forme de paillettes brillantes; elle fond à 215°; elle est insoluble dans l'eau, très peu soluble dans les solvants organiques. Elle se comporte comme monoacide à l'égard de la phtaléine; son titrage acidimétrique en solution alcoolique donne un poids moléculaire égal à 236 (théorie 233).

4° *p*-Méthoxybenzylsulfoxytriazine $CH^3O\text{-}C^6H^4\text{-}CH^2\text{-}C\begin{matrix} N & N \\ CO & NH \end{matrix}C\text{-}SH$.

On obtient ce produit en maintenant pendant 3 heures à une douce ébullition la thiosemicarbazone en solution légèrement alcaline. La sulfoxytriazine cristallise dans l'alcool à 60° sous forme de belles paillettes; elle fond à 177° sans décomposition; elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, l'acétone. Elle se comporte comme monoacide à l'égard de la phtaléine et son dosage acidimétrique en solution alcoolique donne un poids moléculaire égal à 248,6 (théorie 249). Sous l'action de l'hypobromite de sodium, la sulfoxytriazine se transforme en dioxytriazine. On peut penser, d'après l'explication donnée par M. M. Bougault et Daniel (3), qu'il se produit d'abord une oxydation de la sulfoxytriazine

(3) M. L. Daniel, *Thèse de Doct. en Pharmacie*, Paris, 1928, p. 25.

avec formation d'un dérivé sulfoné stable en milieu alcalin :

$$CH^3O-C^6H^4-CH^2-C\begin{matrix} N\text{—}N \\ \\ CO\ \ HN \end{matrix}C-SO^3H.$$

L'acidulation chlorhydrique saponifie ce dernier, dégage $SO^2$ et donne la *p*-méthoxybenzyldiotriazine.

D. *Conclusion*. — La *p*-méthoxybenzyldioxytriazine et la *p*-méthoxybenzylsulfoxytriazine s'obtiennent par déshydratration de la semicarbazone et de la thiosemicarbazone correspondantes; elles possèdent les propriétés normales des composés déjà décrits appartenant aux mêmes fonctions.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques éthers aminobenzoïques de l'étanediol et du propanediol*. Note de M. **René Jacquemain** et de M^lle **Georgette Devillers**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'un de nous ayant obtenu ([1]), à l'aide du complexe iodo-argento-nitrobenzoïque, les différents éthers nitrobenzoïques de l'éthanediol et du propanediol, nous nous sommes proposé de réduire ces composés dans le but d'obtenir, pour des travaux ultérieurs, une série de diéthers aminobenzoïques.

Ainsi qu'il est facile de le prévoir, les éthers aminobenzoïques des diols $\alpha$ sont très facilement saponifiables; aussi avons-nous dû abandonner successivement les méthodes chimiques de réduction, celles-ci fournissant toujours des produits plus ou moins souillés d'acide aminobenzoïque provenant de la décomposition de l'éther. Finalement, nous avons eu recours à la méthode de réduction par le noir de platine sous la pression atmosphérique.

Lors de nos premiers essais nous avons utilisé comme solvant un mélange d'éther et d'acide acétique avec lequel l'hydrogénation était assez rapide, mais nous avons dû abandonner ce solvant par suite de la formation de notables quantités d'acide aminobenzoïque qu'on ne pouvait séparer de l'éther-sel aminé. Nous avons alors adopté le mode opératoire suivant : à 1/100^e de molécule-gramme d'éther nitrobenzoïque en suspension dans

([1]) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 497, et **204**, 1937, p. 134.

quarante parties en poids d'éther ordinaire, on ajoute une partie de noir de platine. L'opération est conduite comme à l'ordinaire. L'hydrogénation est lente malgré l'utilisation d'un catalyseur très actif, et il est préférable de ne faire qu'une hydrogénation par échantillon de noir de platine.

Par réduction des dérivés nitrés correspondants nous avons obtenu :

1° *Diorthoaminobenzoate de l'éthanediol* $(-O.CH^2.CH^2.O-)\left(CO.\underset{(1)}{C^6H^4}.\underset{(2)}{NH^2}\right)^2$.

Magnifiques dodécaèdres rhomboïdaux, jaune pâle. F. 126°. Très solubles dans le chloroforme, l'acétone, l'éther acétique; solubles dans l'alcool, l'éther le benzène. Peu solubles dans l'éther de pétrole. Calculé pour $C^{16}H^{16}O^4N^2$, N % 9,33. Trouvé N % 9,32.

Chlorhydrate, fines aiguilles blanches F. 198°. Bromhydrate, petits cristaux gris F. 209°. Iodhydrate, cristaux bruns s'altérant lentement; décomposition vers 188°. Picrate, cristaux jaunes F. 150°.

2° *Dimétaaminobenzoate de l'éthanediol* $(-O.CH^2.CH^2.O-)\left(CO.\underset{(1)}{C^6H^4}.\underset{(3)}{NH^2}\right)^2$.

Cristaux jaunâtres F. 146°. Très solubles dans le chloroforme, l'éther acétique, l'acétone; solubles dans l'alcool, le benzène. Peu solubles dans l'éther; insolubles dans l'éther de pétrole. Calculé pour $C^{16}H^{16}O^4N^2$, N % 9,33. Trouvé N % 9,38. Chlorhydrate, poudre cristalline blanche F. 233°. Bromhydrate, poudre cristalline rose F. 236°. Iodhydrate, beaux cristaux bruns se décomposant vers 167°. Picrate, fines aiguilles jaune d'or F. 206°.

3° *Diparaaminobenzoate de l'éthanediol* $(-O.CH^2.CH^2.O-)\left(CO.\underset{(1)}{C^6H^4}.\underset{(4)}{NH^2}\right)^2$.

Composé d'obtention très délicate. L'éther dinitré est réduit en suspension dans l'éther. On recristallise avec difficulté dans l'acétone. Poudre jaune pâle F. 206°. Soluble dans l'acétone et la tétraline. Peu soluble dans l'alcool et l'éther acétique. Insoluble dans l'éther, le benzène, le chloroforme et l'éther de pétrole. Calculé pour $C^{16}H^{16}O^4N^2$, N % 9,33. Trouvé N % 9,70.

Cet éther se décomposant très facilement, nous n'avons pu obtenir aucun sel.

4° *Diorthoaminobenzoate du propanediol*

$$CH^3.CH\left(O.CO.\underset{(1)}{C^6H^4}.\underset{(2)}{NH^2}\right).CH^2.O.CO.\underset{(1)}{C^6H^4}.\underset{(2)}{NH^2}.$$

Aiguilles blanches F. 89°. Très solubles dans l'éther froid, l'alcool, le benzène, le chloroforme, l'éther acétique, l'acétone. Insolubles dans l'éther de pétrole. Calculé pour $C^{17}H^{18}O^4N^2$, N % 8,91. Trouvé N % 9,03.

Chlorhydrate, aiguilles blanches F. 196°. Bromhydrate, aiguilles roses d'aspect soyeux. Décomposition vers 155°. Iodhydrate, petits cristaux bruns F. 171°. Picrate, houppes jaune d'or F. 123°.

5° *Dimétaaminobenzoate du propanediol*

$$CH^3.CH\left(O.CO.\underset{(1)}{C^6H^4}.\underset{(3)}{NH^2}\right).CH^2.O.CO.\underset{(1)}{C^6H^4}.\underset{(3)}{NH^2}.$$

Cristaux blancs F. 94°. Très solubles dans l'alcool, l'éther, le benzène, l'acétone, le chloroforme, l'éther acétique. Insolubles dans l'éther de pétrole. Calculé pour $C^{17}H^{18}O^4N^2$, N % 8,91. Trouvé N % 8,99.

Chlorhydrate, cristaux jaune pâle F. 235°. Bromhydrate, cristaux roses F. > 230°. Iodhydrate, cristaux bruns hygroscopiques. Picrate, paillettes jaune d'or F. 162°.

6° *Diparaaminobenzoate du propanediol*

$$CH^3.CH\left(O.CO.\underset{(1)}{C^6}H^4.\underset{(4)}{NH^2}\right).CH^2.O.CO.\underset{(1)}{C^6}H^4.\underset{(4)}{NH^2}.$$

Cristaux roses très brillants F. 137°. Très solubles dans l'alcool froid, l'éther l'acétone, le chloroforme, l'éther acétique. Solubles dans le benzène. Insolubles dans l'éther de pétrole. Calculé pour $C^{17}H^{18}O^4N^2$, N °/₀ 8,91. Trouvé N °/₀ 8,92.

Chlorhydrate, poudre blanche F. > 230°. Bromhydrate, poudre blanche F. > 230°. Iodhydrate, cristaux s'altérant rapidement. Picrate, aiguilles jaune d'or F. 164°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des organomagnésiens mixtes sur les phénylhydrazones des trialcoylacétophénones.* Note de M. **Panos Grammaticakis**, présentée par M. Marcel Delépine.

J'ai montré ([1]) que le bromure d'éthylmagnésium agit sur les phénylhydrazones des cétones avec formations des dérivés de l'indol si l'isomérisation du groupe $-CH^2\underset{|}{C}=N-$ en $-CH=\underset{|}{C}-NH-$ est possible.

Les phénylhydrazones des trialcoylacétophones (corps pour lesquels cette isomérisation n'est pas possible) présentent d'après les recherches de Mme Ramart-Lucas et de ses collaborateurs ([2]) un déplacement notable de l'absorption vers l'U. V. par rapport à l'absorption de la phénylhydrazone de l'acétophénone.

A cette différence d'absorption des phénylhydrazones de l'acétophénone et des trialcoylacétophénones correspond une plus grande inertie chimique de ces dernières vis-à-vis des organomagnésiens mixtes. En effet, j'ai constaté qu'en opérant dans les mêmes conditions que dans le cas de la phénylhydrazone de l'acétophénone (à 80°) on récupère intégralement la matière première. Ce n'est qu'en chauffant les phénylhydrazones des trialcoylacétophénones vers 116-118° de 7 à 12 heures avec un grand excès de magnésien (6mol) que j'ai obtenu, quel que soit le magnésien utilisé, comme produits principaux de la réaction, de l'imine et de l'aniline, produits de rupture de la molécule de la phénylhydrazone mise en œuvre,

---

([1]) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 502.

([2]) Mme Ramart-Lucas, MM. Hoch et Martynoff, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, 4, 1937, p. 485.

et comme produits secondaires principalement de la cétone correspondante à l'imine, de l'anile et de l'ammoniac. Ainsi

1° La phénylhydrazone de la benzyldiméthylacétophénone

$$[(C^6H^5.CH^2)(CH^3)^2C.(C^6H^5)C=N.NH.C^6H^5,\ \text{P. F. } 94^\circ,\ \text{Eb}_{<1\,mm}\ 215^\circ],$$

condensée avec le $C^2H^5MgBr$ (ou $CH^3MgI$), fournit de l'imine de la benzyldiméthylacétophénone, de l'aniline, de l'anile de la benzyldiméthylacétophénone et de la benzyldiméthylacétophénone.

2° La phénylhydrazone de la triméthylacétophénone

$$[(CH^3)^3C.(C^6H^5)C=N.NH.C^6H^5,\ \text{P. F. } 92^\circ,\ \text{Eb}_{17}\ 199^\circ],$$

traitée par les mêmes magnésiens, donne de l'imine de la triméthylacétophénone, de l'aniline, de l'anile de la triméthylacétophénone et de la triméthylacétophénone.

3° Enfin, par l'action des mêmes magnésiens sur la phénylhydrazone de la *n*-butyldiméthylacétophénone

$$[(C^4H^9)(CH^3)^2C.(C^6H^5)C=N.NH.C^6H^5,\ \text{Eb}_{<1\,mm}\ 160^\circ],$$

on obtient de l'imine de la *n*-butyldiméthylacétophénone, de l'aniline, de l'anile de la *n*-butyldiméthylacétophénone et de la *n*-butyldiméthylacétophénone (³).

Il est possible d'interpréter la formation des produits de l'action des organomagnésiens sur les phénylhydrazones des trialcoylacétophénones par le schéma

$$\text{(I)}\quad (R_1R_2R_3)C.(C^6H^5)C=N.NH.C^6H^5 \xrightarrow{RMgX} \underset{(A)}{(R_1R_2R_3)C.(C^6H^5)C=N.N(MgX).C^6H^5} + RH,$$

$$\text{(II)}\quad (A) \xrightarrow{+R.MgX} \underset{(B)}{(R_1R_2R_3)C.(C^6H^5)C=N.MgX} + \underset{(C)}{(MgX)^2N.C^6H^5} + R.R,$$

$$(B) \xrightarrow{+H^2O} (R_1R_2R_3)C.(C^6H^5)C=NH \xrightarrow{H^2O} (R_1R_2R_3)C.(C^6H^5)C=O,$$

$$(C) \xrightarrow{+H^2O} C^6H^5.NH^2.$$

L'origine des aniles peut s'expliquer par une condensation directe de l'aniline et des imines. Ces aniles, par hydrolyse au cours des traitements des produits de la réaction, peuvent donner de la cétone et de l'aniline.

---

(³) Les imines précitées ont été identifiées par leurs phénylurées, par leurs transformations en oximes et par les produits de leur hydrolyse. Les aniles par leurs constantes physiques et les produits de leur hydrolyse.

Il me semble intéressant de rapprocher la réaction (II) de la réaction classique de la décomposition des tétraarylhydrazines en $2^{mol}$ de diphénylamine et de noter l'inertie de la double liaison du groupe C=N des phénylhydrazones des trialcoylacétophénones, vis-à-vis des organomagnésiens mixtes.

Je poursuis des recherches en vue d'étudier si cette inertie de la double liaison du groupe C=N peut être étendue à d'autres dérivés azotés des trialcoylacétophénones.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la structure de l'isocyanate de sodium.* Note de M. **Marc Bassière**.

L'isocyanate de sodium a été préparé par la méthode classique qui consiste à faire agir PbO sur CNNa fondu, OCNNa étant ensuite extrait à chaud par l'alcool à 80°. Les cristaux de ce corps se forment aisément par refroidissement lent d'une solution saturée à chaud, mais comme il est peu soluble dans l'alcool et déjà fortement hydrolysé dans les mélanges alcool-eau, il est nécessaire, pour obtenir des cristaux suffisamment gros pour l'étude aux rayons X, d'employer comme solvant un mélange de $100^g$ d'alcool, $200^g$ d'eau et de $20^g$ de soude, dans lequel l'hydrolyse est faible même à l'ébullition.

Les cristaux se présentent en minces plaquettes qui se clivent facilement suivant une symétrie hexagonale; elles se trouvent alors limitées par des plans (111) et $(11\bar{2})$ (indices rhomboédriques). Les diagrammes de Laue indiquent une symétrie $D_{3d}$, mais ceci seulement sur les clichés réalisés sur des plaquettes très minces (quelques centièmes de millimètre), car ces cristaux ont une grande tendance à se macler, de telle sorte qu'ils constituent un empilement de feuillets ayant en commun l'axe (111), mais tournés de 180° autour de cet axe, les uns par rapport aux autres. Tous les clichés de diffraction de rayons X sont très analogues à ceux de l'azoture de sodium, montrant la similitude étroite entre les groupes OCN et $N^3$.

Les paramètres du réseau cristallin, déterminés avec précision par rapport aux raies de ClNa, sont

$$a = 3,576 \pm 0,005\,\text{Å}; \qquad c = 15,10 \pm 0,02\,\text{Å}$$

pour la maille hexagonale, ou

$$a = 5,44 \pm 0,01\,\text{Å}; \qquad \alpha = 38°22' \pm 4'$$

pour la maille rhomboédrique. La maille réticulaire contient une seule molécule, ce qui conduit à une densité calculée de $1,90 \pm 0,02$, alors que celle mesurée dans le benzène est de 1,88.

Aucune disparition systématique des taches $(h, k, l)$ (indices rhomboédriques) n'est observée. Ce fait est compatible avec les groupes de symétrie $D_3^7$, $D_{3d}^5$, $C_{3v}^5$ et leurs sous-groupes. L'existence dans la maille d'une seule molécule dont tous les atomes sont différents, n'est possible qu'avec $C_{3v}^5$ ou son sous-groupe $C_{3v}^1$; ce dernier groupe peut être éliminé en s'appuyant sur l'analogie avec l'azoture de sodium dont la symétrie est $D_{3d}^5$. Le seul groupe de symétrie possible reste $C_{3v}^5$, ou R 3 *m*.

Tous les atomes sont en position générale (*a*) $x, x, x$, et le facteur de structure est alors déterminé par

$$A = 6\cos 2\pi(h+k+l)x \quad \text{et} \quad B = 6\sin 2\pi(h+k+l)x,$$

donc uniquement par $h+k+l$. L'aspect des clichés de rotation autour de (111) met bien ce fait en évidence, car aucune inversion d'intensité dans les strates n'y est observée. Par analogie avec $N^3Na$, on peut placer l'atome Na en 1/2, 1/2, 1/2, et le groupe OCN en 0, 0, 0. Les paramètres des atomes du groupe isocyanique, déterminés par tâtonnements, sont les suivants :

$$x_N = 0,075, \quad x_C = -0,005, \quad x_O = -0,080.$$

Ces valeurs sont assez bien justifiées par l'ensemble des intensités des taches de diffraction correspondant à diverses valeurs de $h+k+l$, comme le montre le tableau suivant :

| $h+k+l$. | $h, k, l$. | I. | F². | $h+k+l$. | $h, k, l$. | I. | F². |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1...... | 100 | f | 58 | 9..... | 333 | m | 74 |
| 2...... | 110 | FF | 1070 | 10..... | 334 | ff | 40 |
| 3...... | 111 | f | 67 | 12..... | 444 | m | 150 |
| 4...... | 211 | F | 168 | 14..... | 554 | m | 79 |
| 5...... | 221 | F | 313 | 15..... | 555 | o | 1 |
| 6...... | 222 | ff | 10 | 17..... | 665 | f | 19 |
| 7...... | 223 | F | 240 | 18..... | 666 | o | 5 |
| 8...... | 332 | ff | 22 | | | | |

FF, très forte; F, forte; m, moyenne; f, faible; ff, très faible; o, nulle.

Toutes les intensités relatives de ces interférences ont été estimées sur un même cliché, et contrôlées sur un diagramme de poudre. La précision sur les valeurs des paramètres n'est pas très grande, et leur signe, en particulier, ne peut être fixé par les seules considérations d'intensité d'inter-

férences, car l'influence du terme B est faible, mais un choix différent des signes conduirait à des distances interatomiques peu vraisemblables.

A partir des paramètres ainsi obtenus, on peut calculer les distances interatomiques dans le groupe isocyanique. On trouve

$$C - N = 1{,}21\ \text{Å}, \qquad C - O = 1{,}13\ \text{Å}.$$

Bien que ces valeurs soient très approximatives, il apparaît manifestement qu'elles ne sont compatibles qu'avec les liaisons $N = C$ et $C = O$, pour lesquelles on doit s'attendre à trouver des distances de 1,25 et 1,15 Å respectivement. La distance entre N et C est, en toute certitude, trop grande pour qu'on les puisse supposer liés par une triple liaison. Le groupement isocyanique, dont les atomes sont disposés en ligne droite, est donc correctement représenté par la formule $O = C = N -$, comme des considérations purement chimiques le laissaient prévoir.

En résumé, la structure cristalline de l'isocyanate de sodium est en tout point analogue à celle de l'azoture de sodium; sa symétrie est $C^5_{3v}$, la maille réticulaire $a = 3{,}576$ Å, $c = 15{,}10$ Å, contient une seule molécule. La disposition des atomes du groupe isocyanique confirme la formule $O = C = N -$.

HYDROLOGIE. — *La teneur en limon des eaux du Nil, leur niveau et leur enregistrement à distance.* Note de MM. **Mahmoud Ghali** et **Robert Bureau**, présentée par M. Charles Maurain.

La teneur en limon des eaux du Nil a été mesurée par l'un de nous à l'aide d'un analyseur à miroir qui fournit aussi des indications qualitatives sur les particules en suspension dans les eaux [1]. Le même auteur a utilisé ensuite, pour le même usage, la cellule photoélectrique, ce qui lui a permis de mesurer de plus la vitesse de chute des sphères dans les liquides visqueux [2]. Il serait enfin d'un intérêt capital, non seulement pour le Nil mais pour tous les fleuves et les canaux, d'enregistrer à grande distance la concentration des eaux en particules solides et le niveau de l'eau.

Or cet enregistrement pose presque exactement les mêmes problèmes

---

(1) Ghali, *Matières en suspension dans les eaux des fleuves et sphères dans les liquides*, Paris, 1935.

(2) Ghali, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2155.

que celui de la transparence de l'atmosphère. Dans les deux cas, il s'agit beaucoup moins d'obtenir des enregistrements très fins que de caractériser l'évolution générale de la transparence du milieu en fonction du lieu, du jour et de l'heure et que de transmettre à distance une indication ou un nombre caractérisant cette transparence d'une manière statistique. L'un de nous a déjà décrit un dispositif permettant d'y parvenir dans le cas de l'atmosphère ([3]).

Ce dispositif est applicable à la signalisation à distance de la teneur d'une eau en limon. Rappelons qu'il est basé sur la transformation de la mesure quantitative que permet une cellule en une fréquence d'impulsions (ou tout aussi bien, en un nombre d'impulsions); il est facile de transmettre à n'importe quelle distance ces impulsions sur une ligne télégraphique ordinaire, voire par radiotélégraphie; l'enregistrement s'opère sur les appareils déjà réalisés depuis plusieurs années pour l'enregistrement de la fréquence des parasites atmosphériques (radiocinémographes) ou pour celui du nombre d'impulsions émis par une radiosonde. La transformation d'un courant en impulsions de nombre variable se fait en découpant le travail de la cellule un grand nombre de fois par seconde et en intercalant sur l'un des circuits (lumineux avant ou électrique après) de la cellule un dispositif absorbant périodiquement variable. A l'issue du dispositif, un relais à seuil fixe recueille et transmet à distance toutes les impulsions dépassant son seuil et dont il est facile de voir que le nombre est variable avec l'opacité du milieu.

Cet appareil est complété soit par un dispositif d'étalonnage, soit par un système différentiel qui le met à l'abri des variations de la source lumineuse ou de la cellule.

A l'inverse de ce qui se passe pour l'atmosphère, la mesure de la teneur d'une eau en limon ne doit être faite en un lieu déterminé qu'à larges intervalles (tous les trois jours par exemple). Mais par contre, surtout en certains points et par exemple au voisinage des barrages, il importe d'explorer le fleuve en profondeur et en surface. A cet effet l'appareil ci-dessus décrit est placé sur un support mobile permettant la mesure aux différentes profondeurs et en plusieurs stations horizontales successives de manière à opérer en chacune un sondage depuis la surface jusqu'au fond du fleuve.

La signalisation de l'opacité des eaux est complétée à chaque mesure par

---

([3]) Bureau, *Comptes rendus du 68e Congrès des Sociétés Savantes,* 1935. Section des Sciences, p. 62.

une signalisation de la profondeur de la mesure ainsi que par celle du niveau du fleuve. Les procédés courants employés en radiosondage permettent d'y parvenir d'une manière simple à l'aide de dispositifs robustes.

Ainsi on a le moyen de soumettre à une exploration détaillée, pendant une saison entière ou davantage, toute une région d'un fleuve ou d'un canal là où la loi du dépôt du limon présente un intérêt majeur.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'apparition successive des végétaux vasculaires et leur adaptation instantanée.* Note de M. **Paul Bertrand**, présentée par M. Louis Blaringhem.

*Similitude des ébauches initiales.* — Tous les végétaux vasculaires se présentent à nous alternativement sous la phase sexuée (gamétophyte ou prothalle) et sous la phase asexuée (sporophyte).

Les réalisations corporelles (*soma*) produites par ces deux phases diffèrent entre elles pour la raison suivante : la spore, trop pauvre en énergie potentielle, ne peut donner qu'une masse cellulaire, plus ou moins ramifiée, qui végète dans le sol humide. Le sporophyte, au contraire, issu de l'œuf fécondé, peut acquérir un haut degré de différenciation. Toutefois on y retrouve toujours trois parties essentielles : 1° un filament initial (suspenseur); 2° un massif cellulaire (embryon définitif); 3° des sporanges pédicellés ou sessiles.

Ces caractères se rencontrent aussi bien chez les Angiospermes que chez les Lycopodiales ou les Filicales. Le *Lycopodium phlegmaria* est, de toutes les Cryptogames vasculaires, celle qui nous offre les prothalles les plus développés. Ceux-ci (décrits par Treub en 1885) végètent dans les écorces des Fougères arborescentes de Java. Ils sont très ramifiés, pourvus de rhizoïdes et donnent naissance à plusieurs sortes de bourgeons reproducteurs; seuls les plus gros développeront des rameaux assez forts pour porter les organes sexuels (anthéridies ou archégones). Tous ces bourgeons comprennent : un filament plus ou moins allongé et un massif cellulaire renflé [1]. Entre ces bourgeons et l'embryon issu de l'œuf, il n'y a aucune différence, si ce n'est que celui-ci développe à sa base un renflement (pied) destiné à le nourrir aux dépens de l'organisme maternel. En résumé,

---

[1] Ce type d'ébauche est également universellement répandu chez les Bryophytes, chez les Phéophycées et chez les Rhodophycées.

*quelle que soit la phase considérée, sexuée ou asexuée, haploïde ou diploïde, toutes les ébauches corporelles se ressemblent et sont en outre rigoureusement adaptées aux conditions du milieu ambiant.*

*Adaptation et sélection naturelle.* — Ainsi, depuis l'époque silurienne où sont apparues les premières Lycopodiales, la nature a maintes fois recommencé son travail en partant du même type d'ébauche, du même type de cellule. Rappelons ici que la nature fait d'un seul coup des milliards d'ébauches semblables (²). La *sélection naturelle* fait *disparaître immédiatement* toutes celles qui sont mal construites ou mal équilibrées. Ne subsistent que celles qui sont viables, c'est-à-dire celles qui, ayant emmagasiné suffisamment d'énergie dans leur cellule initiale sont capables de *vivre* dans les divers milieux où elles sont exposées à tomber. *L'adaptation instantanée n'est que la manifestation du déploiement de l'énergie accumulée dans la cellule, et par conséquent, elle est complètement expliquée par la loi des grands nombres.*

*Différenciation et adaptation.* — La différenciation des cellules d'un même organisme est le résultat de leur *adaptation simultanée* aux nécessités de la vie en commun. C'est l'énergie interne (soif et faim) de toutes les cellules qui vide certaines d'entre elles de leur contenu et les transforme en tuyaux conducteurs, qui en transforme d'autres en éléments distributeurs de la sève élaborée, en éléments de soutien, en éléments protecteurs, en éléments assimilateurs, etc. *Toute la construction de l'être vivant est donc bien la conséquence directe de la capacité énergétique de la cellule et de son degré d'organisation.*

L'organisme multicellulaire constitue un complexe synergique, possédant par suite un pouvoir d'assimilation et d'adaptation énorme. La perte de potentialité des cellules s'explique tout naturellement par la différenciation et la spécialisation qu'elles sont forcées de subir sous l'influence de leurs voisines (*corrélation fonctionnelle*). L'orthogénèse n'est que la prolongation ultime de ce phénomène.

*Conclusions.* — 1° Nous pouvons affirmer en toute certitude que : chaque groupe nouveau de Végétaux vasculaires, chaque cohorte nouvelle d'Angiospermes, est apparu peu d'années avant la formation de l'assise géologique où nous les trouvons pour la première fois, car ces nouveaux venus, en raison de leur jeune énergie, se sont multipliés avec une très grande rapidité.

---

(²) *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 204.

2° C'est l'embryogénie (et non pas la paléontologie) qui nous renseigne *sur l'origine et l'évolution individuelle* des principaux types d'organisation. Quand l'ébauche initiale est trop télescopée, comme celles des Angiospermes, l'embryogénie comparée nous permet encore de savoir avec précision comment s'est opéré ce télescopage.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles observations sur la formation hormonale des périthèces chez les* Neurospora. Note de M. et M^me **Fernand Moreau**, présentée par M. Pierre Augustin Dangeard.

Nous avons montré (¹) qu'il est possible d'obtenir des périthèces, chez les Ascomycètes hétérothalliques du genre *Neurospora*, en tuant par la chaleur, aux environs de 100°, l'un des mycéliums complémentaires et en faisant croître l'autre sur le milieu de culture dans lequel le premier a développé l'hormone, résistante à cette température, dont nous supposons l'intervention dans le déterminisme de la formation des périthèces.

Nos premières expériences portaient sur plusieurs souches, conidiales ou aconidiales, du *N. sitophila* aux asques octosporés. Dans les mêmes conditions, nos souches hétérothalliques 614 et 623, haplontes du *N. tetrasperma* aux asques tétrasporés, ont conduit aux mêmes résultats. Dans cette seconde espèce, comme dans la première, la formation des périthèces paraît sous la dépendance d'une substance, relativement résistante à la chaleur, émise par l'un au moins des mycéliums confrontés.

Une nouvelle confirmation de l'existence de cette hormone excitatrice de la formation des périthèces nous a été donnée par les expériences suivantes :

Une culture de notre souche 18 du *N. sitophila* est établie sur le moût de maïs gélosé d'une boîte de Petri; on la soumet, dans l'atmosphère limitée d'un dessiccateur de faibles dimensions au bord et au couvercle rodés et jointoyés avec de la vaseline, à l'action des vapeurs d'éther (produit R. P. de la firme Prolabo, réputé exempt de peroxydes) pendant 10 ou 12 heures, à la température ordinaire du laboratoire. Des fragments d'agar sont prélevés en quatre points de la culture et placés dans des conditions propres au développement d'un mycélium ayant éventuellement résisté à l'action de l'éther; on s'assure qu'un tel développement n'a pas lieu. Un semis de

(¹) *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 369.

la souche 17, complémentaire de la précédente, est apporté sur la culture de 18 tuée par l'éther. Dans un certain nombre de cas, le mycélium 17, déjà apte à former des sclérotes quand il est isolé, produit des périthèces. Nous voyons dans leur formation un effet de l'hormone émise par le mycélium 18 et, en partie au moins, respectée par l'éther.

Des expériences semblables aux précédentes, mais dans lesquelles on a substitué à l'action de l'éther celle du chloroforme (produit R. P. de la firme Prolabo) durant 2 heures, conduisent aux mêmes conclusions.

Ces faits confirment l'existence d'une hormone qui provoque chez les Ascomycètes hétérothalliques la formation des périthèces. Nous la connaissions chez le *N. sitophila; N. tetrasperma* la présente également. Nous la savions relativement thermostabile; elle est, en outre, dans les conditions de nos expériences, relativement stable en présence de l'éther et du chloroforme.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Comparaison des lipides accumulés dans les péricarpes verts et dans l'albumen des graines de Lierre* (Hedera Helix *L.*). Note de M. **Roger Ulrich**, présentée par M. Marin Molliard.

Les péricarpes de Lierre sont riches en gouttelettes lipidiques et l'analyse chimique permet d'y déceler une proportion importante de phospholipides. Ces observations [1] ont été complétées par des analyses et des examens microscopiques qui permettent de comparer la constitution et la localisation des lipides dans la graine et dans le péricarpe.

I. *Dosages.* — Il est difficile d'extraire les graines des très jeunes fruits et d'en obtenir une quantité suffisante pour faire un dosage, aussi cette opération a-t-elle été réalisée sur des échantillons sphériques verts d'environ $8^{mm}$ de diamètre. Certains dosages ont été effectués sur des fruits entiers, d'autres sur des graines isolées, d'autres enfin sur des péricarpes. Ils ont porté sur le phosphore lipidique [2], les acides gras totaux, les stérols totaux recherchés après saponification [3]. Le tableau ci-contre groupe les moyennes des résultats obtenus; elles sont relatives soit à $100^g$ de matière sèche (100 S), soit à 100 fruits (100 F).

---

[1] R. Échevin et R. Ulrich, *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 247.

[2] Méthode de Copaux après destruction sulfonitrique de l'extrait éthéré.

[3] Méthodes de Kumagawa et de Lemeland.

| | Eau (100 S.) | Acides gras totaux. 100 F. | 100 S. | Stérols totaux. 100 F. | 100 S. | P. lipidique. 100 F. | 100 S. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | g | mg | g | mg | mg | mg | mg |
| Graines seules......... | 245 | 230 | 13 | 2 | 172 | traces | traces |
| Péricarpes seuls ........ | 381 | 90 | 4,3 | 3 | 159 | 0,7 | 36 |
| Fruits entiers.......... | 352 | 330 | 9 | 7 | 195 | 0,6 | 17 |

On peut en déduire les conclusions suivantes :

1° les graines accumulent beaucoup plus d'acides gras que les péricarpes, sans doute sous forme de glycérides;

2° les péricarpes renferment à peu près tous les phospholipides du fruit;

3° la teneur en eau du péricarpe, plus grande que celle des graines, correspond à la présence des lécithines dont on connaît l'hydrophilie.

Il est tentant de rechercher si ces différences d'ordre chimique peuvent se retrouver au cours d'examens microscopiques. Ces derniers permettent de comparer les cellules de péricarpe et d'albumen au double point de vue de la localisation et des propriétés des enclaves grasses. Ils ont porté uniquement sur des fruits verts d'environ 8$^{mm}$ de diamètre; cette remarque est importante car les caractères des inclusions changent au cours de l'évolution du fruit.

II. *Localisation des lipides.* — Examinons sous le microscope une coupe d'albumen et un lambeau de péricarpe après montage dans l'huile ou dans le liquide de Ringer. Les cellules de l'albumen possèdent des vacuoles sphériques limitées par un cytoplasme surchargé de gouttelettes graisseuses. Dans le mésocarpe, les inclusions lipidiques moins serrées sont, les unes cytoplasmiques, d'autres vacuolaires. Les cellules, examinées aussitôt après la confection de la coupe, sont le siège de mouvements cytoplasmiques très actifs entraînant des gouttelettes graisseuses; dans la vacuole, on peut observer de rares sphères réfringentes à mouvement brownien et par conséquent libres dans le liquide vacuolaire, mais presque toutes sont animées de mouvements orientés; elles sont donc transportées par des filaments cytoplasmiques extrêmement ténus. Lorsque les coupes ont séjourné pendant quelque temps dans le Ringer, on peut remarquer, dans les cellules mortes ou mourantes, le ralentissement ou l'arrêt des mouvements cytoplasmiques, tandis que de nombreuses gouttelettes grasses passent dans la vacuole où elles présentent une agitation brownienne caractéristique.

III. *Influence des réactifs.* — Les réactifs modifient généralement la répartition des gouttes grasses dans les cellules. La potasse concentrée

provoque l'apparition dans l'albumen d'innombrables cristaux de savons illuminés entre nicols croisés; ils sont rares au contraire dans le péricarpe. Les autres réactifs, les solvants organiques et les colorants utilisés ne permettent pas de différencier les inclusions du péricarpe de celles de l'albumen. Les unes et les autres sont solubles dans l'éther, l'alcool fort, le chloroforme, l'acétone; elles subsistent en présence d'alcool à 50 pour 100 ou de formol. Elles se colorent en rouge violacé par l'acide sulfurique concentré sans virage au vert franc en présence d'anhydride acétique; elles ne se combinent pas à la digitonine et ne se colorent pas par l'eau iodée, la fuchsine acide, le vert de méthyle, le carmin. Au contraire, elles fixent le soudan III, le noir soudan, le bleu d'indophénol.

Il est donc probable que les inclusions lipidiques des cellules du péricarpe vert sont formées de glycérides et ne correspondent pas aux phospholipides décelés par l'analyse; ces derniers doivent être masqués sous forme de complexes que dissocie l'extraction chimique.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Comment, à des stades physiologiques définis, se maintient, dans des variétés et des milieux divers, l'individualité chimique de la tige et de l'épi chez le Blé.* Note de MM. **Louis Maume** et **Jacques Dulac**, présentée par M. Émile Schribaux.

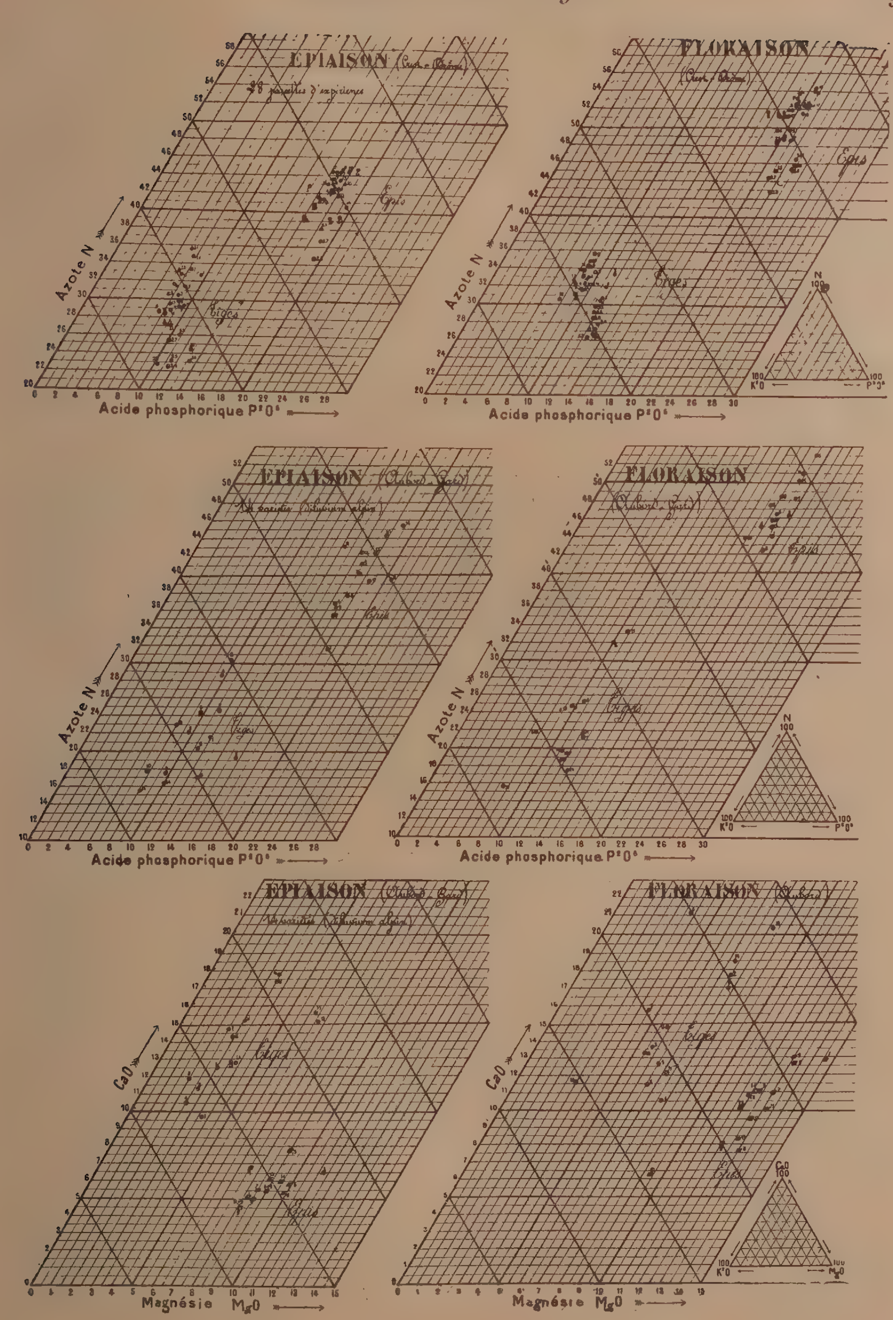
Nous avons établi ([1]) que l'absorption de certains principes chimiques par le Blé ne peut être rationnellement contrôlée qu'en fonction de l'âge de la plante, et que toute étude comparative, notamment, exige que soit précisé, avant tout, le *moment* physiologique de l'échantillonnage. Épiaison et floraison à leur début semblent être les époques où se manifestent dans le plus court espace de temps des caractères morphologiques assez précis et reconnaissables pour que leur apparition puisse indiquer des dates d'échantillonnage valables pour toutes les variétés et sous tous les climats.

Nous avions pu ainsi étudier comparativement la constitution minérale de différentes variétés de Blé, tant d'automne que de printemps, placées dans des milieux les plus divers ([2]), en considérant l'ensemble de la partie aérienne de la plante, sans envisager dans sa complexité le problème de l'alimentation d'un organe ou d'un système.

---

([1]) *C. R. Acad. d'Agriculture*, **22**, 4 et 25 novembre 1936, p. 906 et 985.

([2]) *C. R. Acad. d'Agriculture*, **23**, 20 janvier 1937, p. 89.


ÉPIAISON
FLORAISON
ÉPIAISON
FLORAISON
ÉPIAISON
FLORAISON
Azote N
Acide phosphorique P²O⁵
CaO
Magnésie MgO
Épis
Tiges
K²O
N
P²O⁵
CaO
MgO

Pour ne parler que des éléments plastiques N, P, K, Ca, Mg qui entrent dans la composition des tissus, on sait déjà que chaumes et feuilles ou épis n'ont pas la même composition chimique. Nous allons préciser ce fait en montrant que, pour de nombreux individus *de même âge physiologique*, les tissus appartenant soit à l'épi, soit à la tige et aux feuilles qui l'engainent, se constituent et s'accroissent en incorporant des éléments minéraux suivant des rapports propres à l'un ou à l'autre de ces organes végétaux, *quels que soient la variété et le milieu.*

C'est ce qui ressort des deux expériences suivantes :

1° une même variété (Mentana) est placée dans différentes conditions chimiques de milieu (28 parcelles différemment fumées).

2° dans un même milieu (diluvium alpin), 14 variétés sont cultivées côte à côte.

Les végétaux étant échantillonnés au même âge physiologique (début épiaison et début floraison), nous avons établi les rapports physiologiques ternaires N, $P^2O^5$, $K^2O$ d'une part, et d'autre part $K^2O$, CaO, MgO dans la tige et dans l'épi, et nous les avons graphiqués en coordonnées trilinéaires. L'examen de ce graphique nous permet de dire qu'*au point de vue chimique, la tige et l'épi sont caractérisés par des rapports nettement différents entre les éléments minéraux*, à savoir :

*a. Rapport physiologique* N, $P^2O^5$, $K^2O$. — Quel que soit le milieu et quelle que soit la variété, tant à l'épiaison qu'à la floraison, pour l'édification d'un même poids de matière sèche, l'épi fait appel à plus d'azote et d'acide phosphorique que la tige; pour la potasse, le phénomène est inverse.

*b. Rapport physiologique* $K^2O$, CaO, MgO. — Sur terrain très pauvre en éléments minéraux et notamment en chaux et en magnésie (diluvium alpin), pour toutes les variétés étudiées, la matière sèche de l'épi est, par rapport à celle de la tige, plus riche en magnésie et en potasse. Le fait inverse se produit en ce qui concerne la chaux.

C'est donc bien avant la formation du grain, et probablement au début même de leur différenciation morphologique et anatomique que les organes de la plante se différencient également au point de vue chimique. A cet égard, la tige et l'épi voient leur individualité chimique s'inscrire dans nos graphiques par la répartition des points en deux zones distinctes.

L'amplitude des variations qui y sont enregistrées pour un même organe ne fait que nous montrer, dans un cas nouveau, le jeu, limité sans doute, mais culturalement important, de la plasticité chimique, soit d'une variété dans différents milieux, soit de l'espèce dans différentes variétés.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les caractères des huiles d'*Aleurites *et leurs rapports avec les méthodes de préparation.* Note de Mlle **Marie-Thérèse François**, présentée par M. Marcel Delépine.

Avec M. M. Bouillat j'ai indiqué (66e *Congrès des Sociétés Savantes*, Besançon, 1932) [1] les principaux caractères physiques et chimiques des huiles de différents *Aleurites* préparées au laboratoire par l'épuisement des graines au moyen de l'éther de pétrole léger. Les huiles fournies par l'*Aleurites Fordii* Hemsley (Tung) sont voisines de celles que donne l'*Aleurites montana* Wilson (Abrasin), mais s'en distinguent cependant avec netteté.

Je donnerai maintenant les résultats obtenus, quand, opérant sur la même matière première, on fait varier la méthode de préparation. J'ai pu disposer de différents lots de graines, les unes (*Aleurites Fordii*) originaires du Maroc, les autres (*Aleurites montana*) provenant de Tay-ninh, Cochinchine; ces dernières étaient accompagnées d'un échantillon d'huile de fabrication indigène. Les deux séries de graines avaient été récoltées dans de jeunes plantations effectuées sous la direction des Services agricoles.

Les noix ont été décortiquées à la main, puis les amandes ont été broyées et partagées en deux lots. Le premier a été aussitôt soumis à l'action à froid d'une presse hydraulique de 1500kg. L'huile est immédiatement filtrée, c'est un liquide limpide, peu coloré. Le tourteau résiduel est ultérieurement épuisé par de l'éther de pétrole léger afin de récupérer l'huile qu'il retient encore. Le second lot des amandes broyées a été directement épuisé par de l'éther de pétrole (Éb. avant 60°) de façon à obtenir une huile totale. L'huile est limpide, mais de couleur plus foncée que l'huile de pression.

Le tableau suivant indique les rendements obtenus dans ces diverses opérations.

| | Amandes % par rapport à la graine. | Huile de pression par rapport à | | Huile totale obtenue par épuisement par rapport à | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | la graine. | l'amande. | la graine. | l'amande. |
| *Aleurites Fordii* ........ | 54,5 | 15 | 27,2 | 29 | 54 |
| *Aleurites montana* ....... | 55,2 | 20 | 36,5 | 27 | 50 |

(1) M.-Th. François, *Chimie et Industrie*, 53, 1933, p. 728-741; *Agronomie coloniale*, 25, 1936, p. 89-92.

Les caractères des huiles ont été ensuite déterminés par les méthodes habituelles (indice d'iode : méthode de Wijs). Le tableau ci-dessous donne les résultats trouvés; il contient aussi les chiffres relatifs à l'huile indigène cochinchinoise fabriquée avec des graines récoltées dans les mêmes conditions que celles expédiées au laboratoire. A titre de comparaison j'ai indiqué aussi les valeurs des principales spécifications étrangères pour les huiles de Bois de Chine. Les numéros désignent respectivement pour les huiles d'*Aleurites montana* : 1, l'huile de pression; 2, l'huile d'épuisement du tourteau de pression; 3, l'huile totale par épuisement; 4, l'huile de fabrication indigène; pour les huiles d'*Aleurites Fordii* : 5, l'huile de pression; 6, l'huile d'épuisement du tourteau et 7, l'huile totale.

| Nature de l'essai. | N°s 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Densité $D_{25}^{25}$ | 0,9427 | 0,9193 | 0,9316 | 0,9343 | 0,9483 | 0,9166 | 0,9311 | (*a*) |
| $n_D^{25}$ | 1,5151 | 1,5087 | 1,5143 | 1,5133 | 1,5177 | 1,5085 | 1,5150 | (*b*) |
| $n_{546}^{25}$ | 1,5418 | – | 1,5402 | 1,5395 | 1,5453 | 1,5348 | 1,5414 | – |
| Dispersion de réfraction | 267 | – | 259 | 262 | 276 | 263 | 264 | – |
| Acidité en ac. oléique (%) | 0,30 | 0,70 | 0,35 | 1,9 | 0,2 | 1,5 | 1,3 | (*c*) |
| Ind. d'iode | 163 | 164 | 167 | 166 | 174 | 180 | 178 | (*d*) |
| Ind. de saponification | 196 | 189 | 193 | 192 | 191 | 190 | 190 | (*e*) |
| Durée du chauffage à 290° pour obtenir la gélification (min.) | 10 1/2 | 13 | 12 | 12 1/2 | 8 1/2 | 13 | 12 | (*f*) |

NOTA. — *Spécifications internationales :* (*a*) 0,939-0,943; (*b*) 1,515-1,522; (*c*) inférieur à 5; (*d*) 163 (Angleterre : 155-167); (*e*) 189-195; (*f*) varie suivant les méthodes.

L'examen du tableau montre : 1° que tous les caractères des huiles varient suivant la méthode d'extraction; 2° que les huiles obtenues par pression à froid au laboratoire et qui ne *représentent pas la totalité des lipides contenus dans la graine* ont des caractères différents de ceux des huiles totales : les densités, indices de réfraction et dispersions de réfraction sont plus élevés et les durées de chauffage pour obtenir la gélification plus réduites. Ces caractères sont précisément ceux qui sont propres aux huiles d'*Aleurites* et desquels dépendent les propriétés pratiques et la valeur commerciale des produits.

3° L'examen des colonnes 1, 3, 4 et leur comparaison avec les spécifications étrangères montrent que, à partir des graines d'*Aleurites montana*, on peut obtenir une huile qui correspond aux spécifications étrangères pour les huiles de bois de Chine, tandis que l'huile totale et l'huile de fabrication indigène sont hors des limites exigées. Il est donc possible, par

pression ménagée, dans des conditions qu'il resterait à fixer pour le domaine industriel, d'extraire des graines de cette espèce des huiles susceptibles d'être versées sur le marché mondial comme huiles de bois de Chine.

ÉCOLOGIE GÉOGRAPHIQUE. — *Sur la présence d'Hépatiques épiphylles aux îles Açores*. Note de M^me^ et M. **Pierre Allorge**, présentée par M. Auguste Chevalier.

L'épiphyllie des Bryophytes est rarement signalée en dehors des forêts tropicales. Des Hépatiques ayant ce mode de vie ont été indiquées au Japon, sur feuilles d'arbres et d'arbustes sempervirents, sur frondes de Fougères, jusqu'aux environs du 34° N(1) et, plus récemment, aux Açores, à l'île du Pico, par 38°30′ N (2), mais en si petite quantité (2 espèces seulement, très localisées) que leur présence à cette latitude pouvait sembler exceptionnelle. En réalité, comme nous avons pu le constater en parcourant l'archipel açoréen (7 îles sur 9), les Hépatiques épiphylles y sont répandues et relativement nombreuses, atteignant l'île de Flores, par 39°30′ N.

Les 21 espèces rencontrées aux Açores sur feuilles et frondes persistantes rentrent dans les genres suivants : 1 *Lophocolea*, 1 *Plagiochila*, 2 *Radula*, 1 *Aphanolejeunea*, 1 *Cololejeunea*, 1 *Colura*, 1 *Drepanolejeunea*, 1 *Harpalejeunea*, 4 *Lejeunea*, 1 *Marchesinia*, 1 *Physocolea*, 4 *Frullania*, 1 *Jubula* et 1 *Metzgeria*. Les Lejeunéacées dominent (11 espèces), ce qui confirme un caractère général des florules d'Hépatiques épiphylles (plus de 80 pour 100 au Japon, près de 70 pour 100 à la Guadeloupe, par exemple). D'autre part, les espèces exceptionnellement épiphylles dans le domaine atlantique européen (sur frondes de Fougères) appartiennent aussi à cette famille (*Aphanolejeunea microscopica* Tayl.) Evs aux Færœr et au Luxembourg, *Colura calyptrifolia* dans le Cotentin (Hook.) Evs.

L'élément atlantique l'emporte avec 16 espèces, l'élément endémique, macaronésien ou açoréen compte 4 espèces, 1 espèce est cosmopolite (*Metzgeria furcata* L.).

---

(1) Y. Horikawa, *Bot. Magaz.*, Tokyo, 46, 1932, p. 175.

(2) P. W. Richards ap. Fr. Verdoorn, *Manual of Bryology*, 1932, p. 391, et *Ann. Bryol.*, 9, 1937, p. 131.

Les 17 espèces non endémiques apparaissent comme des épiphylles facultatives : en effet, en dehors de leur microaire açoréenne, elles végètent presque uniquement sur d'autres substratums (roche, écorce, terre, autres Bryophytes) et aux Açores même, le *Colura*, seul, reste localisé sur feuilles ou frondes. Il s'agit donc d'une épiphyllie secondaire, entretenue par les conditions de climat régional et de microclimat favorables.

Les conditions indispensables à ce mode de vie (atmosphère calme à déficit de saturation faible et peu variable, protection contre la pluie et l'insolation directes) sont réalisées aux Açores :

1° Dans les parcs très couverts de l'étage inférieur, entre 200$^m$ et 400$^m$, parcs plantés d'essences exotiques à feuilles persistantes, écologiquement homologues des forêts laurifoliées de basse altitude maintenant presque entièrement détruites (= étage du *Myrica Faya* de Guppy, à climat océanique tiède);

2° Dans les forêts nébuleuses de l'étage moyen, au-dessus de 600-700$^m$ (= étage du *Juniperus brevifolia* de Guppy, à climat hyperocéanique frais) représentant, à l'état de lambeaux plus ou moins dégradés par les incendies, le bétail et l'abattage, la grande laurisilve primaire qui, avant l'installation de l'homme, couvrait d'un manteau subcontinu (sauf taches tourbeuses et lacustres) les parties montagneuses des îles (jusqu'à 1500$^m$ environ à Pico qui culmine à 2345$^m$, jusqu'aux sommets, 950-1100$^m$, à S. Miguel, Terceira, S. Jorge, Fayal et Flores).

Les Hépatiques ne se fixent que sur les feuilles et les frondes les mieux protégées des averses et de l'insolation, c'est-à-dire sur les plus basses et, par conséquent, dans la strate à microclimat caractérisé par des déficits de saturation très faibles et subconstants. Dans ces conditions, toutes les frondes et feuilles persistantes, quelle que soit la texture de leur épiderme, peuvent être investies : frondes écailleuses de l'*Acrostichum squamosum* Sw., fr. pellucides et gaufrées des *Hymenophyllum* (*H. unilaterale* Bory, *H. tundbridgense* Sm. et Sow.) et du *Trichomanes speciosum* Willd., feuilles lisses des Camélias, *Podocarpus*, *Phœnix* (dans les parcs), des *Ilex Perado* Ait., *Notelaea excelsa* Webb, *Hedera canariensis* Willd., f. ruguleuses des *Persea* et du *Myrsine africana* L., f. subhirsutes du *Viburnum subcordatum* (Trel.). Il n'y a donc guère de spécialisation vis-à-vis du substratum et, dans les ravins des forêts nébuleuses, une même feuille héberge jusqu'à 9 espèces (Pico da Vara, île S. Miguel, par exemple).

Deux associations peuvent être distinguées : l'une, hygrothermophile, des parcs et forêts de l'étage inférieur, caractérisée par *Cololejeunea minu-*

*tissima* (Sm.) Spr. et *Marchesinia Mackayi* Gray, méditerranéennes-atlantiques, *Radula Carringtonii* Jack, euatlantique, l'autre, hyperhygrophile, des forêts de l'étage moyen, individualisée par *Colura calyptrifolia* (Hook.) Evs et *Radula Aquilegia* Tayl., euatlantiques, *Metzgeria furcata* L., cosmopolite, et des *Frullania* endémiques (sect. *Thyopsiella*). Trois autres euatlantiques, *Frullania microphylla* (G.) Pears., *Drepanolejeunea hamatifolia* (Hook.) Schffn. et *Aphanolejeunea* aff. *microscopica* (Tayl.) Evs, participent aux deux associations.

Cette abondance des Hépatiques épiphylles dans les forêts açoréennes, et sans doute dans celles de Madère et des Canaries, accentue, avec la profusion des épiphytes sur les troncs et les branches (Lichens, Bryophytes, Hyménophylles, *Acrostichum*), les affinités de la laurisilve de type macaronésien avec certaines forêts sempervirentes des montagnes tropicales.

EMBRYOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les facteurs du déterminisme de la symétrie bilatérale dans l'œuf de* Rana fusca. Note de MM. **Paul Ancel** et **Pierre Vintemberger**, présentée par M. Maurice Caullery.

Nous avons signalé (¹) que l'orientation du plan de symétrie bilatérale et la localisation du croissant gris peuvent être conditionnés dans l'œuf de *Rana fusca* par une rotation d'orientation dirigée.

Des expériences de fécondation localisée nous ont montré que le même résultat peut être obtenu par l'intermédiaire du spermatozoïde, sur des œufs fécondés pôle animal exactement en haut et laissés dans cette situation jusqu'à la constitution du croissant gris, c'est-à-dire sur des œufs qui, n'étant soumis à aucune contrainte, n'exécutent cependant aucune rotation d'orientation. Le point d'entrée du spermatozoïde et la traînée spermatique sont, sur ces œufs, toujours situés dans le plan de symétrie et du côté oppposé au croissant gris.

Dans l'expérience type que nous avons réalisée pour montrer l'effet de la rotation d'orientation dirigée sur l'orientation du plan de symétrie bilatérale, les œufs étaient inclinés à 45°, pôle blanc en haut et fécondés dans la région où la gangue adhère au porte-objet. Dans ces conditions les deux facteurs, rotation d'orientation et spermatozoïde, agissent dans le

(¹) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1196.

même sens, tous deux contribuent à faire apparaître le croissant gris sur la face de l'œuf tournée vers le haut, lorsque l'œuf est en position inclinée.

On peut faire agir ces deux facteurs en sens inverse. Des œufs non fécondés sont placés sur une lame de verre entre l'observateur et une source lumineuse; on les place le pôle blanc en haut et dirigé vers la lumière, l'axe de l'œuf faisant avec la verticale un angle de 45°. On pratique ensuite une fécondation localisée sur la face de l'œuf tournée vers le haut. Dans ces conditions, si le spermatozoïde agissait seul, le croissant gris apparaîtrait sur la face inférieure de l'œuf incliné, face qui, après rotation d'orientation, regarde du côté de l'observateur; au contraire, si la rotation d'orientation qui suit la fécondation agissait seule, le croissant gris apparaîtrait sur la face au milieu de laquelle le sperme a été déposé. Cette expérience faite sur 150 œufs nous a montré que les croissants gris apparaissent tous du côté de l'œuf qui regarde la lumière. La rotation d'orientation a donc annihilé l'influence du spermatozoïde. Les coupes montrent que la traînée spermatique est, dans ce cas, du côté du croissant gris.

La même démonstration peut être fournie par des expériences de rotation retardée, semblables à celles que nous avons décrites pour les œufs activés par des courants électriques. On constate que, quel que soit le point d'entrée du spermatozoïde, c'est la rotation d'orientation qui oriente le plan de symétrie et localise le croissant gris. La traînée spermatique peut ne plus se trouver dans le plan de symétrie.

Comme pour les œufs activés, la rotation d'orientation perd son pouvoir d'orientation du plan de symétrie bilatérale lorsque la rotation de fécondation est en voie de réalisation (1 heure 15 minutes environ après l'insémination).

Lorsqu'une première rotation a orienté le plan de symétrie, une seconde rotation l'oriente dans un sens différent, à condition qu'elle soit exécutée avant que n'ait débuté la rotation de fécondation et bien que des changements importants aient été réalisés dans l'œuf, dont un certain nombre sous l'influence du spermatozoïde.

Cette réversibilité du phénomène d'orientation du plan de symétrie bilatérale donne à penser que l'action exercée sur l'œuf par la rotation d'orientation est labile et superficielle et qu'il en est de même de celle du spermatozoïde, puisque son effet est annihilé par la rotation d'orientation et qu'une deuxième rotation d'orientation dirigée modifie l'effet de la première.

L'œuf non fécondé de *Rana fusca* possède une symétrie autour de l'axe

joignant les pôles ; lorsqu'il est fécondé, il extériorise une symétrie bilatérale au cours de la rotation de fécondation. Nos expériences montrent que le croissant gris et, par conséquent, le centre organisateur qui manifestera plus tard son existence dans la même région, peuvent se former dans n'importe quel point du pourtour de l'œuf, la région qui leur donne naissance n'est donc pas prédéterminée dans l'œuf non fécondé.

Le spermatozoïde peut, dans certaines conditions, localiser ce centre organisateur dans le plan vertical passant par son point d'entrée et l'axe de l'œuf, et du côté opposé à ce point d'entrée; mais une rotation d'orientation imprimée à l'œuf fécondé depuis moins d'une heure permet de changer la place où apparaîtra ce centre, et de la localiser dans une région du pourtour de l'œuf choisie par l'expérimentateur. Ce résultat est obtenu parce que, comme le spermatozoïde, la rotation d'orientation oriente le sens de la rotation de fécondation, phénomène qui, dans les conditions normales, localise définitivement le croissant gris et le centre organisateur.

Cette rotation de fécondation est, comme nous l'avons montré antérieurement, essentiellement caractérisée par un mouvement de la membrane vitelline qui entraîne la partie la plus corticale de l'œuf, les parties plus profondes restant en place. Ce mouvement conditionne la formation du croissant gris en entraînant vers le pôle supérieur la partie la plus superficielle du pigment qui revêt la région qu'il occupe.

Diverses expériences [Penners et Schleip (²), Vintemberger (³), Dalcq et Pasteels (⁴)] ont montré le rôle essentiel du vitellus dans la réalisation des processus initiaux de la morphogenèse, elles amènent à penser que la rotation de fécondation donnerait à une région pigmentée de l'œuf un pouvoir organisateur en déposant à sa surface une mince couche de substance vitelline. Dans le croissant gris se trouve en effet la seule région de l'œuf qui soit revêtue, à la fin de la rotation de fécondation, par une partie de la membrane vitelline qui, avant cette rotation, tapissait le champ vitellin.

---

(²) *Zeit. f. wiss. Zool.*, **130**, 1928, p. 305-454, et **131**, 1928, p. 1-156.

(³) *C. R. Soc. Biol.*, **118**, 1935, p. 52-54, et **122**, 1936, p. 927.

(⁴) *Arch. Biol.*, **48**, 1937, p. 669-710.

PHYSICOCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Diagnostic des espèces du genre* Brucella *par le spectre d'absorption des bouillons de culture.* Note ([1]) de MM. **Étienne Burnet** et **Jean Debiesse**, présentée par M. Charles Fabry.

De nombreux procédés ont été mis en œuvre pour différencier les espèces du genre *Brucella*, opération qui peut être considérée comme la clef de l'épidémiologie. Nous avons essayé de tirer parti de la technique déjà indiquée par l'un d'entre nous ([2]) et qui consiste à étudier systématiquement l'évolution du spectre d'absorption des bouillons de culture. Nous avons opéré principalement sur les souches H (*B. melitensis*), B (*B. abortus*) et S (*B. suis*), dûment classées et reconnues régulières par le Centre de recherches sur la fièvre ondulante. Des prélèvements de bouillons de culture et de bouillon témoin ont été effectués tous les quatre jours, filtrés sur bougies Chamberland L 2 (y compris le témoin), puis introduits pour l'examen spectrographique dans une cuve en quartz de $5^{mm}$ d'épaisseur, dans le cas du bouillon Stafseth (à la macération de foie), ou de $39^{mm}$ pour le bouillon peptoné ordinaire, beaucoup plus clair. Les spectrogrammes ont été étudiés à l'aide d'un microphotomètre enregistreur; ils s'étendent à la région 6500-4000 Å.

*Résultats généraux.* — Les cultures de la souche H sont beaucoup plus absorbantes que celles de B et de S, et que le bouillon témoin non ensemencé; les cultures B et S diffèrent moins entre elles qu'elles ne diffèrent de H. Dans les premiers jours, la culture de B est plus absorbante que celle de S; plus tard, la culture de S devient plus absorbante que celle de B.

Sur les diagrammes d'enregistrement, les courbes correspondant aux différents stades de la culture H se trouvent toujours du côté des grandes longueurs d'onde par rapport à la courbe du bouillon témoin. Au contraire les courbes successives de B et S oscillent de part et d'autre de la courbe témoin. Après 25 ou 30 jours de culture à 37° C., les divers bouillons donnent sensiblement le même spectre, lequel est aussi à peu près identique à celui du bouillon témoin.

*Détails des courbes d'absorption.* — Le bouillon témoin présente une

---

([1]) Séance du 11 avril 1938.

([2]) Jean Debiesse, *Compte rendus*, 205, 1937, p. 656.

absorption faible entre 6500 et 5500 Å, puis un seuil d'absorption (large région dans laquelle l'absorption croît progressivement) étalé entre 5500 et 4200 Å, où l'absorption devient totale.

Culture H (*melitensis*). Au 3ᵉ jour, l'absorption croît entre 6500 et 4000 Å, et le seuil d'absorption se déplace de 200 Å vers les grandes longueurs d'onde. Au 6ᵉ jour, il apparaît, en outre, une bande d'absorption centrée vers 5500 Å et ayant environ 200 Å de largeur. Au 11ᵉ jour, les modifications précédentes paraissent s'atténuer : la bande est moins marquée et le seuil se rapproche de celui du bouillon témoin, qu'il rejoint vers le 30ᵉ jour.

Culture B (*abortus*). Au 3ᵉ jour le seuil d'absorption se déplace d'environ 100 Å vers le rouge. Au 6ᵉ jour, une faible bande se manifeste vers 5500 Å. Au 11ᵉ jour, la bande disparaît et le seuil d'absorption atteint, puis dépasse, vers le violet, celui du bouillon témoin. Au bout de 25 jours, le spectre est analogue à celui du témoin.

Culture S (*suis*). Au 3ᵉ jour, le seuil d'absorption se déplace vers le violet d'environ 100 Å, et le bouillon devient beaucoup moins absorbant. Au 6ᵉ jour, le seuil rétrograde vers le rouge et, au 11ᵉ jour, il se trouve du côté des grandes longueurs d'onde, par rapport à celui du témoin. Le bouillon de culture est devenu plus absorbant que le bouillon non ensemencé. Une bande très faible apparaît vers 5500 Å. Après 25 à 30 jours, le spectre est très peu différent de celui du bouillon témoin.

*Souches irrégulières ou aberrantes.* — Après avoir étudié des souches déjà classées et reconnues régulières par les autres méthodes (caractères Huddleson), il était intéressant d'examiner le spectre de souches reconnues (par M. Lisbonne, qui a bien voulu les mettre à notre disposition) irrégulières ou aberrantes par rapport aux caractères Huddleson. Il en est ainsi pour les suivantes :

B 186, isolé d'un lait de vache, a paru la cause du cas humain de fièvre ondulante d'où a été isolé H 512. B 186 possède les caractères Huddleson d'un abortus, sauf qu'il a poussé sur un milieu à la thionine; il en est de même de H 512.

B 210, isolé d'un lait de vache, possède les caractères Huddleson d'un *abortus*, sauf qu'il ne produit pas d'hydrogène sulfuré. Il a paru être la cause du cas humain de fièvre ondulante d'où l'on a isolé H 568, qui possède les mêmes caractères.

Il semblait donc que les caractères de B 186 et de B 210 se fussent maintenus en passant du bovidé à l'homme. Or, d'après les spectres d'absorption, B 186 et 210 appartiennent bien au type B, tandis que H 512 et 568

appartiennent au type H (avec, pour ce dernier, une divergence dans le sens de S).

Nous avons commencé l'étude, par la méthode spectrographique, des variétés d'autres espèces bactériennes, entre autres les typhoïdiques et les tuberculeux. Le spectre du bouillon du bacille d'Eberth diffère nettement de ceux des bouillons du para A et du para B. Le spectre d'un milieu de Sauton, ensemencé en B tuberculeux humain, se distingue, lui aussi, du spectre d'un milieu de Sauton ensemencé en B tuberculeux bovin.

Ces premières constatations nous autorisent à conclure que la méthode spectrographique semble posséder une valeur générale.

SÉROLOGIE. — *Action de l'ultracentrifugation sur les anticorps neutralisants des immunsérums antivaccinaux.* Note de MM. **Jean Vieuchange** et **Mladen Païc**, présentée par M. Louis Martin.

Plusieurs auteurs ont déjà étudié l'influence de fort champs de gravitation sur les constituants sériques, tels que les anticorps pneumococciques (1), l'alexine (2) (3), les réagines syphilitiques (2), les anticorps hémolytiques (3) (4), les substances bactéricides des sérums normaux (5) et l'antitoxine staphylococcique (6).

Nous avons recherché quelle pourrait être l'influence exercée par l'ultracentrifugation sur les anticorps neutralisants des sérums des animaux immunisés contre la vaccine.

*Technique.* — L'ultracentrifugation des sérums a été réalisée au moyen de l'appareil d'Henriot et Huguenard. Le fond de la coupelle (rayon utile $=2^{cm},15$) était tapissé de quatre couches de papier filtre, afin d'éviter la dispersion du sédiment au moment de l'arrêt de la centrifugation. Le temps a été de 4 heures et la vitesse de 83000 tours-minute, ce qui correspond à un champ de 157000 g.

Nous avons soumis à la centrifugation le mélange, à parties égales, de deux sérums provenant de lapins immunisés contre le neurovaccin. Un de ces sérums, préalablement

(1) M. Schlesinger, *Nature*, **138**, 1936, p. 549; R. W. G. Wyckoff, *Science*, **84**, 1938, p. 291.

(2) V. Deutsch et I. Lominski, *Bull. Acad. Méd.*, **118**, 1937, p. 220.

(3) A. Gratia et Gorecski, *C. R. Soc. Biol.*, **126**, 1937, p. 900.

(4) M. Païc et Chorokoff, *C. R. Soc. Biol.*, **126**, 1937, p. 877.

(5) A. Gratia et Gorecski, *C. R. Soc. Biol.*, **126**, 1937, p. 1252.

(6) A. Gratia et P. Nélis, *C. R. Soc. Biol.*, **127**, 1938, p. 840.

titré, s'était montré doué d'un pouvoir neutralisant relativement élevé; l'autre sérum frais, provenait d'un lapin saigné le 46e jour après la vaccination et le 14e jour après les inoculations d'épreuve. Le titrage du pouvoir neutralisant des divers échantillons (sérum total, sérum centrifugé, dépôt sur papier) a été fait en neutralisant une dilution constante de neurovaccin frais (1/100e) au moyen de dilutions croissantes de chaque échantillon à titrer (pur, 1/2, 1/10e, 1/20e, 1/100e, 1/200e). Les mélanges ont séjourné une demi-heure à l'étuve à 37° et une nuit à la glacière à + 4°. Afin d'éliminer le facteur individuel dans la réponse des animaux-test, nous avons titré les échantillons deux par deux, sur un même lapin, un sur le flanc droit, l'autre sur le flanc gauche. Chaque comparaison a été effectuée sur deux animaux-test.

D'autre part, nous avons mis le sérum en contact avec du papier filtre, pendant le temps de la centrifugation, c'est-à-dire 4 heures, et nous avons utilisé comme témoins, 1° le sérum après ce contact avec le papier, et 2° ce papier repris dans l'eau physiologique.

*Expériences et résultats.* — I. Nous avons tout d'abord recherché si l'ultracentrifugation d'un immunsérum antivaccinal est suivie ou non d'une diminution de son pouvoir neutralisant. En comparant le pouvoir neutralisant du sérum centrifugé et celui du sérum total, nous avons constaté que, si la première dilution active est la même dans les deux cas, cependant les dilutions plus élevées de sérum total exercent sur le virus un effet d'atténuation que ne manifeste pas le sérum centrifugé aux dilutions correspondantes.

Un autre fait vient appuyer cette constatation : d'une part, nous avons contrôlé que le pouvoir neutralisant du sérum total était exactement superposable à celui du même sérum après simple contact avec le papier filtré, et, d'autre part, nous avons comparé le pouvoir neutralisant du sérum centrifugé avec celui du sérum après contact avec le papier : ce sérum-témoin, pur et à la dilution 1/2, a exercé un pouvoir neutralisant complet, et l'effet d'atténuation était encore marqué au 1/200e. Au contraire, le sérum centrifugé, même non dilué, ne présentait aucun pouvoir neutralisant et l'effet d'atténuation s'arrêtait au 1/20e.

Il résulte de ces expériences que l'ultracentrifugation d'un immunsérum antivaccinal abaisse le taux des anticorps neutralisants contenus dans ce sérum.

II. Cette diminution du pouvoir neutralisant du sérum centrifugé s'accompagne-t-elle d'un dépôt des anticorps neutralisants, c'est-à-dire d'un enrichissement du papier-filtre en ces anticorps?

Nos expériences nous ont montré que la teneur en anticorps du dépôt obtenu par centrifugation était, par rapport à celle du sérum total, relativement élevée, beaucoup plus élevée que celle du papier-témoin, laissé

simplement en contact avec le sérum. Nous avons d'ailleurs comparé directement le pouvoir neutralisant du dépôt centrifugé et celui du papier-témoin, et nous avons constaté que, presque nul pour le second, l'effet d'atténuation était, pour le premier, encore net au 1/200e, sur l'un des animaux-test.

L'ultracentrifugation d'un immunsérum antivaccinal ne provoque donc pas une destruction des anticorps neutralisants; il y a une sédimentation effective.

*Conclusions.* — 1° L'ultracentrifugation d'un immunsérum antivaccinal permet d'obtenir une diminution du taux des anticorps neutralisants.

2° Ces anticorps neutralisants ne sont pas détruits par l'ultracentrifugation, on les retrouve dans le dépôt.

A 15h25m l'Académie se forme en Comité secret.

**La séance est levée à 16h.**

A. Lx.